LA CONSERVAZIONE DEL PATRIMONIO STORICO ED ARCHITETTONICO

Metodi e Strumenti

Rapporto finale della ricerca

Strategie di raccordo tra innovazione e tradizione delle tecniche sostenibili per il restauro ed il recupero degli edifici e della città storica.
Strumenti e metodi per il trasferimento alla piccola e media impresa.
(Piano "Beni Culturali" - Cluster C29 - Progetto n°14 - M6)

a cura di
Nicola Milella

Mario Adda Editore

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor

Tutor Miur
Massimo Guido

Comitato scientifico
Angelo Ambrosi, Marcello Benedettelli, Mauro Civita, Giambattista De Tommasi, Nicola Milella, Mauro Mezzina, Maurizio Minchilli.

Responsabile scientifico della ricerca

Nicola Milella ITC CNR, sezione di Bari

Gruppo di ricerca

Workpackage 1 ITC CNR, sezione di Bari

Nicola Milella *coordinatore scientifico*
Antonella Lerario
Vincenzo Zito
Marina Zonno
Ferdinando Balice
Gianluca Milella
Salvatore Capotorto

Workpackage 2 Politecnico di Bari

Angelo Ambrosi *coordinatore scientifico*

Giuseppe Radicchio
Paolo Perfido
Vincenzo de Simone
Davide Cara
Gabriele Rossi
Stefania Angiulli
Giampaolo Bianco
Anna Christiana Maiorano
Maria Isa Franchino
Pasquale Milillo
Michele Carone
Sandra Branca
Donatella Lo Moro

Workpackage 3 Soprintendenza ai B.A.A.A.S Di Puglia

Marcello Benedettelli *coordinatore scientifico*

Michela Tocci
Giovanni Prisco
Giuseppe Gernone

Workpackage 4 Politecnico di Bari

Mauro Civita († 2004) *coordinatore scientifico*

Ignazio Carabellese
Giovanna Dell'Erba
Francesco Loiudice

Workpackage 5 Politecnico di Bari

Mauro Mezzina *coordinatore scientifico*

Giuseppina Uva
Rita Greco
Francesco Porco

Workpackage 6 Politecnico di Bari

Maurizio Minchilli *coordinatore scientifico*

Raffaella Bologna
Mariella De Fino
Giuseppe Teseo

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor

PRESENTAZIONE

di

Valter Esposti
Direttore del Dipartimento Sistemi di Produzione - CNR

Si può ben dire che i tesori di arte e di cultura di cui l'Italia dispone per numero e qualità costituiscono un patrimonio che ha ben pochi pari al mondo.

Come Nicola Milella giustamente dice, il conservarli costituisce per il nostro paese una grande responsabilità e un grande onere.

Essi tuttavia, possono e devono divenire una grandissima risorsa per il nostro Paese.

Possono diventare una risorsa, a condizione che essi siano mantenuti costantemente in buono stato e che siano resi realmente fruibili attraverso la realizzazione delle infrastrutture che permettano a chi lo voglia di visitarli e di goderne. Si è già constatato attraverso numerose esperienze, che procedere in questa direzione e collegando il turismo culturale a quello del tempo libero, per il quale il nostro Paese ha da sempre notevoli possibilità, ha dato luogo a risultati positivi non solo in termini di occupazione ed economia, ma anche di aumento dell'immagine del Paese che le attua.

Devono diventare una risorsa, perché solo attraverso la creazione di una dinamica economica positiva, sarà possibile reperire con costanza le ingenti somme necessarie alla loro conservazione.

La ricerca può certamente contribuire molto alla realizzazione di questo disegno.

I risultati che qui vengono presentati, frutto del lavoro articolato di molti esperti, approfondiscono le tematiche della diagnosi e dell'intervento di conservazione, ponendo attenzione a modalità e tecniche innovative di intervento, che potrebbero in un futuro essere generalizzate e rientrare in un programma progettato di manutenzione conservativa.

E' un primo passo assolutamente necessario, ma che potrà essere seguito da vari altri, basati proprio sull'evoluzione di alcune tecniche impiegate nel corso della ricerca e sul loro utilizzo mirato ad obiettivi di fruibilità.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor 2D

PRESENTAZIONE

di

Ing. Massimo Guido
Tutor MIUR

L'obiettivo generale, che si intende conseguire attraverso l'attuazione dei progetti inseriti nel Cluster 29 "Beni culturali", è la costruzione dal basso di una rete di collaborazioni scientifiche e tecnologiche tra soggetti diversi (Università, Centri di ricerca, Enti pubblici, Consorzi di ricerca, Imprese), che consenta, anche attraverso una sintesi sinergica di sensibilità ed esperienze scientifiche diverse, l'attuazione di un piano unitario di scoperta, catalogazione, valorizzazione, recupero, gestione dei beni culturali, pur se essi sono dispersi sul territorio (dal Veneto alla Sicilia).
Gli obiettivi specifici del Cluster possono essere così sintetizzati:

- *raccolta di dati relativi a beni culturali, attraverso tecniche innovative che consentano la loro utilizzazione in forma multimediale e più in generale con metodi moderni di comunicazione;*
- *creazione di archivi non cartacei e possibilità di fruizione a distanza dei beni culturali;*
- *progetti virtuali di restauro, studio di tecniche costruttive antiche, analisi di patologie naturali e relativa diagnosi anche di vulnerabilità del patrimonio architettonico e interventi di restauro incluse bonifiche particolari di edifici lagunari;*
- *indagini non invasive di reperti archeologici profondi e datazione dei reperti.*

*Tra le diverse attività realizzate intendo presentare il progetto attuato dal CNR ITC (**Istituto per le Tecnologie delle Costruzioni**) di Bari, approvato dal MIUR con decreto n°444 del 15/9/1999, dal titolo: "Strategie di raccordo tra innovazione e tradizione delle tecniche sostenibili per il restauro e il recupero degli edifici e della città storica (Bari). Strumenti e metodi per il trasferimento alla piccola e media impresa". Il progetto si svolto dal 13/2/2000 al 11/11/2004, ed è durato complessivamente 57 mesi.*

Gli obiettivi del progetto sono:

- *sviluppo e standardizzazione di metodi e modelli di trasformazione di immagini fotografiche e termografiche o di altre informazioni diagnostiche non distruttive su manufatti, in informazioni digitali sulle quali operare progetti di restauro virtuale sia superficiale sia strutturale;*
- *Produzione innovativa di un catalogo informatico visuale dei materiali da costruzione tradizionali da utilizzare come base per prefigurare l'intervento di varie tipologie di restauro;*
- *Rappresentazione di restauri virtuali mediante l'utilizzo di fotopiani e ortofoto digitali e costruzione di un sistema informativo architettonico finalizzato alla progettazione e gestione degli interventi di restauro;*
- *Preparazione di un manuale ad uso delle piccole e medie industrie per l'esecuzione di restauri;*

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor

- *Messa a punto di leggi di analisi generali ed affidabili che simulino il comportamento del solido sottoposto a restauro.*

Il progetto è stato attuato secondo la strutturato che segue:

1. Modelli digitali finalizzati alla rappresentazione del progetto di restauro

1.1 Esecuzione di rilievi fotogrammetrici digitali.

1.1.1 standardizzazione delle procedure esecutive del rilievo eseguito con tecniche fotogrammetriche digitali semplificate

1.2 Elaborazione di modelli digitali finalizzati alla rappresentazione di interventi di restauro virtuale sia strutturale che superficiale.

1.2.1 Esecuzione test e verifiche delle tecniche di sovrapposizione dei termogrammi digitali su fotopiani digitali su un campione significativo di casi reali

1.2.2 laborazione di metodi digitali finalizzati alla rappresentazione di interventi di restauro virtuale sia strutturale che superficiale

1.2.3 definizione delle tipologie di restauro sia strutturale che superficiale da rappresentare con tecniche di Virtual Project

1.3 Realizzazione di catalogo informatico interattivo.

1.3.1 Catalogo informativo interattivo di materiali da costruzione tradizionale da utilizzare nelle procedure di restauro virtuale

2. Qualità tecniche e visuali della superficie dei manufatti architettonici: il ruolo della rappresentazione nell'ambito degli interventi di restauro

2.1 Verifica ed analisi delle qualità costruttive, superficiali e decorative delle facciate.

2.2 Formazione archivi grafici di parti e dettagli e compilazione di reparti di patter e di forme ornamentali.

2.3 Formazione di catalogo visivo di interventi di restauro che contenga la descrizione dell'intervento, la modalità di esecuzione e l'immagine digitale del risultato.

3. Esecuzione di rilievi digitali finalizzati alla sperimentazione di tecniche di sovrapposizione delle riprese termografiche su fotogrammetrico digitale

3.1 Esecuzione di rilievi digitali

3.1.1 standardizzazione delle procedure esecutive del rilievo eseguito con tecniche fotogrammetriche digitali semplificate

3.1.2 Standardizzazione delle procedure esecutive per la definizione di modelli digitali finalizzati alla rappresentazione di interventi di restauro virtuale sia strutturale che superficiale

3.1.3 definizione delle tipologie di restauro sia strutturale che superficiale da rappresentare con tecniche di Virtual Project

4. Definizione delle tipologie di restauro strutturale e superficiale da rappresentazione con tecniche di virtual project

4.1 Esecuzione di rilievi fotogrammetrici digitali.

4.1.1 standardizzazione delle procedure esecutive del rilievo eseguito con tecniche fotogrammetriche digitali semplificate

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor

4.1.2 Standardizzazione delle procedure esecutive per la definizione di modelli digitali finalizzati alla rappresentazione di interventi di restauro virtuale sia strutturale che superficiale

4.1.3 definizione delle tipologie di restauro sia strutturale che superficiale da rappresentare con tecniche di Virtual Project

5. Tecniche tradizionali di consolidamento degli edifici storici

5.1 Analisi delle tecniche tradizionali di consolidamento degli edifici storici.

6. Costruzione di un sistema informativo architettonico (SIA) finalizzato alla conoscenza, progettazione e gestione degli interventi di restauro.

I risultati che si sono ottenuti sono i seguenti:

- *Standardizzazione delle procedure di rilievi fotogrammetrici digitali*
- *Definizione delle caratteristiche tipologiche dei modelli digitali*
- *Catalogo informativo interattivo di materiali da costruzione tradizionale*
- *Rappresentazione di interventi di restauro virtuale mediante l'utilizzo di fotopiani e ortofoto digitali*
- *Catalogo visivo degli interventi di restauro*
- *Standardizzazione delle metodiche di sovrapposizione di termogrammi digitali su fotopiani digitali su un campione significativo di casi reali*
- *Definizione delle tipologie di restauro strutturale e superficiale con tecniche di Virtual project*
- *Analisi e valutazione della efficacia, prestazionale ed economica, delle tecniche di consolidamento*
- *Standardizzazione procedure di rilievo.*

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor

ISBN 9788880827078

© Copyright 2007
Mario Adda Editore - via Tanzi, 59 - Bari
Tel. e Fax +39 080 5539502
Web: www.addaeditore.it
e-mail: addaeditore@addaeditore.it
Tutti i diritti riservati.
Riproduzione vietata.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor

INDICE

PRESENTAZIONI pag. 5

PREMESSA pag. 15
N. Milella

1. LA RAPPRESENTAZIONE NEI PROCESSI DI CONOSCENZA E DI COMUNICAZIONE FINALIZZATI ALLA TUTELA E ALLA VALORIZZAZIONE DEL BENE ARCHITETTONICO. pag. 21
   1.1 INTRODUZIONE. pag. 23
   A. Ambrosi
   1.2 RAPPRESENTAZIONE E CONOSCENZA. pag. 31
      1.2.1 ORGANIZZAZIONE DELLA CONOSCENZA ATTRAVERSO IL RILIEVO. pag. 31
      P. Perfido
      1.2.2 PALAZZO VULPANO - SYLOS: METODOLOGIE OPERATIVE PER LA CONOSCENZA. pag. 33
      P. Perfido
      1.2.3 RILIEVO E RESTITUZIONE GRAFICA DEL PALAZZO VULPANO SYLOS. pag. 35
      S. Angiulli, M. Carone
   1.3 L'EDIFICIO: IMMAGINI, FORME, STORIA pag. 44
      1.3.1 L'EDIFICIO E LA CITTÀ. pag. 44
      G. Rossi.
      1.3.2 L'EDIFICIO: DESCRIZIONE, FORMA, TIPOLOGIA,CONFRONTI. pag. 44
      G. Rossi
      1.3.3 CRONOLOGIA. pag. 48
      A. Macino, V. Castagnolo
      1.3.4 IPOTESI SULLE FASI COSTRUTTIVE. pag. 52
      P. Perfido, M. I. Franchino
      1.3.5 IL BASSORILIEVO. pag. 56
      A. Macino
   1.4. RAPPRESENTAZIONE E COMUNICAZIONE pag. 59
      1.4.1 IL MODELLO DIGITALE pag. 59
      T. Cicciomessere, P. Perfido.
      1.4.2 LA COPERTURA FOTOGRAFICA pag. 62
      G. Bianco
      1.4.3 LETTURA INTERATTIVA DEI MATERIALI ICONOGRAFICI. pag. 64
      M. Carone
      1.4.4 DOCUMENTAZIONE E "RILIEVO FILMATO". GENERALITÀ E APPLICAZIONI DELLE VIDEOCAMERE DIGITALI ALLA DESCRIZIONE DEL PALAZZO VULPANO-SYLOS. pag. 64
      P. Milillo, C. Maiorano
   1.5 ELEMENTI DI PARTICOLARE QUALITÀ TECNICO, VISUALE E STILISTICA: DALLE VOLTE "A LUNETTE" DI PALAZZO VULPANO A BITONTO ALLE VOLTE DELL'AREA SALENTINA. pag. 77
   A. Ambrosi, G. Rossi

1.6 Il rilievo urbano. Qualità tecniche e visuali dei fronti urbani della città vecchia di Bari pag. 89
D. Cara

2. Il rilievo digitale finalizzato alla rappresentazione e alla progettazione degli interventi di restauro pag. 97
2.1 Tecnica e metodologia del rilievo digitale 2D. pag. 99
N. Milella
2.1.1 Il rilievo digitale delle cortine murarie del Palazzo Vulpano sylos di Bitonto pag. 103
N. Milella
2.1.2 Il Palazzo Ducale in Giovinazzo pag. 108
M. Zonno, G .Milella
2.1.3 Il rilievo digitale delle cortine esterne del Palazzo Marchesale di Laterza pag. 117
M. Zonno, G. Milella
2.1.4 Il rilievo digitale dei paramenti murari interni della Cattedrale di Andria pag. 122
V. Zito, F. Balice
2.1.5 La chiesa di San Marco in Bari pag. 128
N. Milella.
2.1.6 Il rilievo e la restituzione digitale della "Villa degli Zekati" in Gjirokastra (Albania). pag. 133
N. Milella, F. Balice
2.1.7 Il rilievo digitale della Chiesa di s. Nicola e della moschea del Re A Berat (Albania). pag. 136
N. Milella, M. Zonno
2.1.8 Il rilievo mediante scansione laser dei monumenti e dei centri urbani pag. 142
N. Milella, M. Zonno
2.1.9 Ortoimmagine digitale e scansione laser: un'acquisizione combinata dei dati per una rapida ed esaustiva descrizione di un manufatto pag. 149
G. Capanni, J. Nussbaum, S. Orlandini
2.1.10 Valutazione di confronto tra la tecnica fotogrammetrica ed il laser scan per i beni architettonici pag. 154
A. Ullrich, N. Studnicka, J. Riegl, C. Balletti, F. Guerra, P. Vernier, S. Orlandini
2.2 Proposta di normativa per il rilievo e la rappresentazione digitale dei manufatti architettonici. pag. 161
N. Milella, M. Zonno

3. Diagnostica Strutturale: metodologia di indagine e protocolli procedurali. pag. 171
M. Mezzina, G. Uva, R. Greco, F. Porco
3.1 Indagini preliminari speditive: valutazioni sintetiche del livello di danno e vulnerabilità pag. 173
3.2 Indagini estensive. pag. 182

3.3 La fase di gestione ed interpretazione dei dati. pag. 192
3.4 Struttura e contenuti del Database e del Sistema Informativo Architettonico: uno strumento di sintesi per la valutazione della vulnerabilità e della sicurezza strutturale. pag. 195
3.5 Struttura del database pag. 208
3.6 Individuazione e schedatura delle tecniche di intervento (tradizionali ed innovative) pag. 219

4. Qualità delle fabbriche tradizionali e metodi di indagine della costruzione. pag. 231
Introduzione pag. 233
I. Carabellese
4.1 La conoscenza delle membrature architettoniche tramite l'analisi delle tessiture murarie: stato dell'arte. pag. 234
G. Dell'Erba
4.2 Definizione di protocolli di rilevazione delle membrature architettoniche pag. 238
I. Carabellese
4.3 Valutazione delle qualità costruttive e strutturali del Palazzo Sylos Vulpano in Bitonto: le tessiture murarie e le unità spaziali. pag. 240
I. Carabellese, G. Dell'Erba.
4.4 Valutazione delle qualità costruttive e strutturali del Palazzo Sylos Vulpano in Bitonto: le cortine murarie esterne. pag. 273
F. Loiudice
4.5 Valutazione speditiva dei costi di intervento. pag. 292
M. Benedettelli, G. Prisco

5. Costruzione di un sistema informativo architettonico (s.i.a.) finalizzato alla conoscenza, progettazione e gestione degli interventi di restauro pag. 303
M. Minchilli, R. Bologna, M. De Fino, G. Teseo.
5.1 Premessa pag. 305
5.2 Struttura delle informazioni pag. 306
5.3 Organizzazione del Data Base pag. 307
5.4 Gestione della banca dati pag. 310
5.5 Casi di studio pag. 312
5.6 Un approccio metodologico per l'implementazione di scelte "sostenibili" nel restauro dell'edilizia storica pag. 324
5.7 Applicazioni GIS per la gestione degli interventi di restauro architettonico: Palazzo Sylos Vulpano. pag. 342
A. Lerario

6. Il restauro digitale dei beni culturali architettonici pag. 353
6.1 Il metodo del restauro virtuale. pag. 355
N. Milella
6.2 La progettazione su immagini digitali: il caso del palazzo Sylos Vulpano. pag. 369
N. Milella

6.3 L'integrazione digitale delle cortine esterne ed interne del Palazzo Ducale a Giovinazzo. pag. 377
N. Milella, M. Zonno
6.4 Ricostruzione ed integrazione strutturale dei paramenti murari della Torre di avvistamento "Ofanto". pag. 385
N. Milella, A. Uva
6.5 Integrazione dei paramenti murari del "Palatium" e della Chiesa di San Giovanni "in castrum" del castello Normanno di Bisceglie. pag. 393
N. Milella, M. Zonno
6.6 Anastilosi digitale del prospetto interno del santuario rinascimentale di Santa Maria dei Miracoli in Andria. pag. 401
V. Zito, F. Balice
6.7 Recupero conservativo dei prospetti della cortina su strada Ruggero il Normanno in Bari. pag. 406
N. Milella, M. Zonno
6.8 Restauro digitale dei prospetti esterni della "Pusterla" o porta "Montanara" ad Imola. pag. 409
N. Milella

7. Sito internet Fabrica: struttura, contenuti, veste grafica. pag. 415
S. Capotorto, A. Lerario, M. Zonno

PREMESSA

N. MILELLA

La ricchezza del patrimonio storico-architettonico dell'Italia, costituito da aree archeologiche, complessi monumentali e centri storici, affida al nostro paese la grande responsabilità di un azione sempre più incisiva tesa alla sua conservazione, tutela e valorizzazione.

Tale esigenza si scontra molto spesso con la scarsità dei finanziamenti disponibili in relazione al numero di beni da tutelare, che impedisce di fatto una corretta programmazione degli interventi, fondamentale per la definizione di efficaci strategie preventive del degrado.

Questa situazione riguarda anche gli edifici monumentali di maggiore rilevanza e pregio, che pur sottoposti ad interventi di restauro più frequenti nel tempo, quasi mai sono inseriti in un programma di manutenzione gestito da un organismo tecnico specifico, in grado di garantire una protezione efficace dell'edificio dal degrado prodotto dall'ambiente oltre che dall'utilizzo eccessivo degli stessi a fini turistico - culturali.

Se a tutto ciò si aggiungono i danni prodotti da eventi naturali quali: terremoti, dissesti idrico - ambientali, eventi bellici e ultimamente atti terroristici, ci si può rendere conto della complessità dei problemi da affrontare soprattutto in quei casi in cui non si disponga di un rilievo recente ed eseguito con tecniche moderne, indispensabile per un corretto ripristino del bene.

Ricorderemo a tale proposito, le gravi ferite causate al nostro patrimonio culturale dagli attentati, che nel luglio 1993, causarono la distruzione della Torre dei Pulci a Firenze *(Fig. 1)*, del portico della chiesa di San Giorgio al Velabro *(Figg. 2,3)* o ai danni inferti dai terremoti del 1976

Fig. 1: La torre dei Pulci a Firenze prima, dopo l'attentato del luglio 1993 ed a ripristino avvenuto.

e del 1997 al patrimonio storico-architettonico del Friuli *(Figg. 4,5)*, delle Marche e dell'Umbria.

Quest'ultimo tragico evento ha evidenziato la necessità di diffondere in modo capillare la raccolta dei dati sulla vulnerabilità sismica del nostro patrimonio edilizio; appare necessario estendere l'indagine e la raccolta puntuale dei dati all'intero patrimonio nazionale - al di là delle aree-campione comprese nella Mappa del Rischio - e mettere a punto metodologie in grado di tener conto della sussistenza di dati eterogenei, che non è possibile lasciare fuori dalla sistematizzazione delle conoscenze. Il raccordo fra sistemi informativi nazionali e sistemi locali di dettaglio, concepiti alla scala del singolo edificio, potrebbe dar vita a una base informativa complessa ma organica, la cui esistenza avrebbe permesso, in occasione di passati eventi, di definire programmi sistematici di intervento capaci di

Fig 2: Roma, chiesa di San Giorgio al Velabro dopo l'attentato del 1993.

Fig 3: Roma, chiesa di San Giorgio al Velabro al termine del restauro e della ricostruzione del portico.

Fig 4-5: Il duomo di Venzone dopo il terremoto del 1976 e al termine della sua ricostruzione.

migliorare la resistenza degli edifici e quindi minimizzare i danni da terremoto.

All'indisponibilità di questi strumenti si è sin'ora sopperito con la grande capacità dei tecnici, di frequente in grado di rimarginare le profonde ferite inferte al patrimonio architettonico ed in alcuni casi di operare il miracolo della sua resurrezione.

Altro fattore di rischio per il patrimonio monumentale è rappresentato dai conflitti, come dimostrato da quanto accaduto in nazioni noi vicine, quali la Bosnia ed il Kossovo, ove l'odio interetnico ha causato oltre a drammi e sofferenze inaudite alla popolazione civile anche la distruzione, in alcuni casi completa, di molti monumenti civili e religiosi.

Ricorderemo la distruzione del ponte di Mostar in Bosnia-Erzegovina *(Fig. 6a,b)* e dei numerosi edifici religiosi del Kossovo *(Fig. 7a,b)*, oltre al costante pericolo di distruzione a cui sono sottoposti interi complessi monumentali di inestimabile valore storico architettonico, proclamati patrimonio dell'umanità dall'UNESCO come i complessi monastici di Pec *(Fig. 8)* e di Decani *(Fig. 9)*.

Da questo breve panorama, emerge che la tutela dei

Fig. 6a,b: Il ponte di Mostar distrutto dalle cannonate ed al termine della sua ricostruzione.

Fig. 7a,b: Kossovo, chiese ortodosse distrutte ed incendiate.

monumenti e del patrimonio architettonico in genere non è più solo un problema di conservazione e di preservazione dagli effetti del degrado, ma soprattutto di protezione oggettiva dai danni provocati dagli eventi naturali e dall'uomo.

Non è utopico pensare di disporre in futuro, nel caso di calamità naturali, di una struttura paragonabile alla protezione civile, che nelle fasi successive all'evento ed in tempi rapidi, sia in grado di eseguire interventi di messa in sicurezza degli immobili, capaci di ridurre o minimizzare i danni.

A titolo esemplificativo giova ricordare quanto avvenuto, nella fase successiva al terremoto del 26 settembre 1997, alla Chiesa di San Francesco a Montefalco, che aveva subito danni gravi alla struttura voltata dell'abside con cedimenti dei costoloni e conseguente fratturazione degli affreschi lungo i punti di giunzione delle murature architettoniche e distacchi dal supporto murario.

Il pronto intervento, realizzato a partire dallo stesso giorno del sisma a cura dell'Amministrazione comunale, con la messa in sicurezza delle volte del coro ha permesso il salvataggio degli splendidi affreschi di Benozzo Gozzoli (1450), che altrimenti avrebbero subito gravissimi ed irreparabili danni.

Oggi l'intervento di restauro ha ripristinato il loro splendore, con un intervento certamente meno costoso e tecnicamente più semplice di quanto sarebbe stato in assenza della messa in sicurezza *(Figg. 10a,b,c)*.

Tutto ciò apre necessariamente le porte a nuovi filoni di ricerca che sappiano definire le nuove metodologie di intervento e progettare sistemi per la messa in sicurezza degli edifici con caratteristiche modulari e capaci di adattarsi alle diverse tipologie degli edifici esistenti sul nostro territorio.

Naturalmente tutto ciò non è in grado di annullare il rischio ed il conseguente danno, ma certamente lo può ridurre e successivamente minimizzare se si dispone anche di dati aggiornati relativi al degrado, alla vulnerabilità sismica ed infine di rilievi acquisiti con camere fotografiche digitali o sistemi di scansione laser.

L'utilizzo di dati conoscitivi oggettivi, capaci di conservare stabilmente nel tempo sia le informazioni geometriche bitridimensionali sia quelle morfologiche relative alla superficie dell'edificio e strutturati all'interno di un sistema informativo potrebbe essere in grado di garantire una maggiore tutela dei beni architettonici nel prossimo futuro.

Da queste premesse nasce nel 1996 il progetto di ricerca "*Strategie di raccordo tra innovazione e tradizione delle tecniche sostenibili per il restauro ed il recupero degli edifici e della città storica. Strumenti e metodi per il trasferimento alla piccola e media impresa*" che ha dopo aver superato il vaglio delle commissioni esaminatrici del MIUR è stato approvato con decreto del 15/9/99 n.444 ed ha iniziato la sua attività nella seconda metà dell'anno 2000 conclusasi nel mese di novembre dell'anno 2004.

Dal momento della sua formulazione il progetto, pur

Fig. 8, 9: I complessi monastici di Decani e di Pec in Kossovo.

subendo alcune ridefinizioni a seguito del progresso tecnologico avvenuto nel frattempo, ha conservato intatta la sua attualità .

Obiettivo della ricerca è stato, sin dal primo momento, la definizione di una nuova metodologia per la formulazione del progetto di restauro, basata sull'utilizzo di tecnologie avanzate nel settore del rilievo, della rappresentazione, della diagnostica e della gestione delle conoscenze relative ai manufatti edilizi.

Il tutto al fine di offrire alla media e piccola impresa, oltre che ad enti pubblici e singoli progettisti, strumenti idonei ad affrontare il problema della gestione del progetto di restauro sia nella fase della definizione che in quella della successiva cantierizzazione.

Il gruppo di ricerca che si è aggregato intorno al progetto ha visto la partecipazione dell'ITC CNR, sezione di Bari come soggetto attuatore, del Politecnico di Bari e della Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il paesaggio della Puglia come soggetti partecipanti.

Il progetto è stato articolato nei seguenti sei workpackage affidati ai vari soggetti partecipanti:

workpackage 1: "Modelli digitali finalizzati alla rappresentazione del progetto di restauro", ITC - CNR sezione di Bari (ex IRIS CNR), con i seguenti obiettivi:

1. rilievo con l'utilizzo di camere digitali semimetriche per l'acquisizione di immagini finalizzate alla produzione di fotopiani
2. utilizzo di scanner laser per la produzione di modelli 3D.
3. standardizzazione delle procedure esecutive del rilievo eseguito con tecniche fotogrammetriche digitali semplificate;
4. elaborazione di metodi digitali finalizzati alla rappresentazione di interventi di restauro virtuale sia strutturale che superficiale;
5. definizione mediante tecniche di elaborazione dell'immagine di rappresentazioni progettuali tipo.

workpackage 2: "Qualità tecniche e visuali della superficie dei manufatti architettonici", DICAR, Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura, Politecnico di Bari, con i seguenti obiettivi:

1. identificazione e valorizzazione delle strategie possibili per un raccordo tra i proprietari e i vari operatori del settore e, tra questi, e gli Enti preposti al controllo e alla tutela;
2. creazione delle professionalità nel settore della rappresentazione, finalizzata al rilievo, alla documentazione e al progetto, in rapporto alla valorizzazione delle qualità visuali del costruito storico;
3. definizione dei protocolli di lavoro da riferire ad operazioni di conoscenza e di rappresentazione del costruito storico, per i fini più diversi, che vanno dalla programmazione degli interventi di restauro e manutenzione, a quelli della documentazione e della comu-

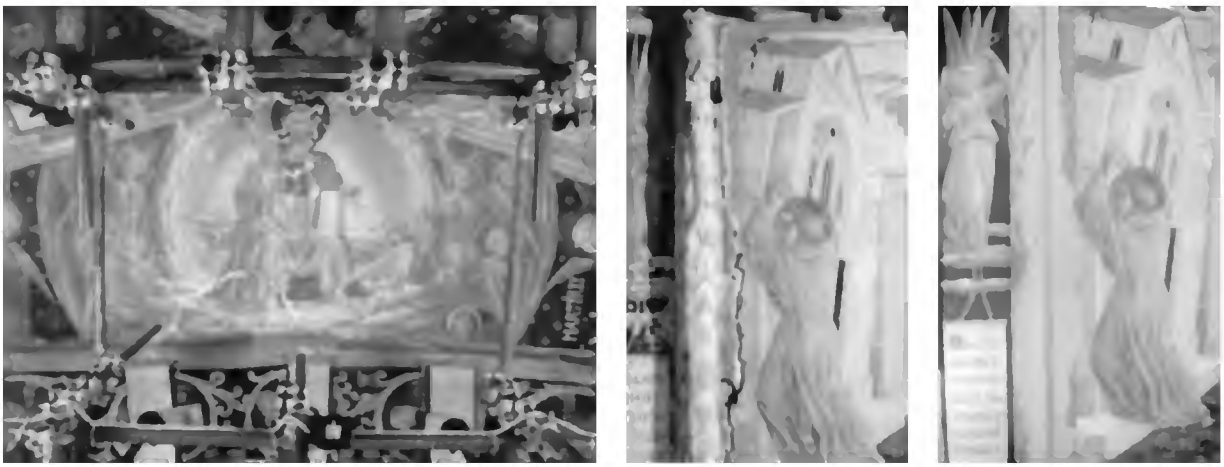


Fig. 10a,b,c: Gli affreschi di Benozzo Gozzoli nella chiesa di San Francesco a Montefalco: subito dopo il terremoto ed a restauro completato.

nicazione visiva, da realizzare con l'ausilio di un'intelligente e sistematica applicazione delle più moderne strumentazioni di rilievo e con l'ausilio delle tecnologie informatiche della computer video grafica.

workpackage 3: "Definizione di schede di rilevazione finalizzati alla elaborazione di parametri di valutazione percentuale dei costi di intervento", Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il paesaggio della Puglia, con il seguente obiettivo:

1. Valutazione speditiva dei costi di intervento negli interventi di restauro di edifici di valore storico architettonico.

workpackage 4: "Valutazione e studio delle qualità costruttive e strutturali delle fabbriche tradizionali, tramite la definizione di protocolli di rilevazione delle membrature architettoniche applicabili ad edifici con stratificazioni complesse", DICAR - Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura, Politecnico di Bari, con i seguenti obiettivi:

1. definizione di protocolli di rilevazione della qualità materica e strutturale delle membrature architettoniche;
2. acquisizione mediante indagine in sito dei dati conoscitivi sulla struttura e sul livello di degrado del manufatto;
3. formazione di data-base mediante l'archiviazione e la gestione degli elementi conoscitivi riferiti alla datazione, al riconoscimento materico, alla condizione di conservazione/degrado, alla qualità architettonica in generale, strutturato per l'utilizzazione all'interno di un Sistema Informativo Architettonico del manufatto.

workpackage 5: "Valutazione della sicurezza strutturale dell'edilizia storica e strategie di intervento", DICAR - Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura, Politecnico di Bari, con i seguenti obiettivi:

1. la valutazione e lo studio delle tecniche costruttive tradizionali delle strutture in muratura, orientato alla conoscenza del comportamento statico e strutturale dei manufatti e degli edifici in muratura, da rapportare alle tipologie studiate in merito a materiali, tecnologia costruttiva, e caratteristiche proprie delle opere;
2. l'adeguamento, in rapporto alla tipologia strutturale da analizzare, dei modelli meccanici disponibili in letteratura, al fine di valutare correttamente l'esito di un intervento di recupero su di una struttura muraria.
3. esecuzione di una analisi comparativa delle risposte strutturali di diversi interventi di recupero strutturale di edifici in muratura, finalizzata alla valutazione dell'efficacia delle tecniche tradizionali, che non sconvolgono l'assetto statico dell'organismo edilizio ma ne ripristinano le caratteristiche originarie, eventualmente modificandole in senso positivo.

workpackage 6: "Costruzione di un sistema informativo architettonico (S.I.A.) finalizzato alla conoscenza, progettazione e gestione degli interventi di restauro", DAU - Dipartimento di Architettura e di Urbanistica, Politecnico di Bari, con il seguente l'obiettivo:

1. definizione di un Sistema Informativo, su base unitaria di riferimento spaziale, che consenta un facile approccio sia nell'inserimento di dati relativi alla conoscenza dell'edificio sia nell'estrazione di informazioni, comunque incrociate e correlate fra loro, che siano di base per le successive operazioni di studio e di progettazione.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor

Capitolo 1

La rappresentazione nei processi di conoscenza e di comunicazione finalizzati alla tutela e alla valorizzazione del bene architettonico.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

1. La rappresentazione nei processi di conoscenza e di comunicazione finalizzati alla tutela e alla valorizzazione del bene architettonico.

1.1 Introduzione

A. Ambrosi

1.1.1 Temi e risultati della ricerca.

Nell'introdurre questo resoconto sui temi e sui risultati della ricerca, vorrei innanzitutto a precisare che la specificità disciplinare nella quale si sono svolte le operazioni è, essenzialmente, quella della "Rappresentazione degli Edifici": una disciplina, questa, che, quando si applica al Rilievo dell'Architettura, trova un punto di elevata qualificazione nella connessione con altri saperi tecnici che si occupano dei problemi relativi ad un'ampia gamma di beni che vanno dall'edificio singolo ai centri urbani storici, dei quali è riconosciuta la qualità estetica e il valore testimoniale.

Il gruppo ha utilizzato la rappresentazione come mezzo per organizzare la conoscenza e la comunicazione visiva delle informazioni relative a tali beni, pensando, anche, ad essa, come mezzo per la gestione delle operazioni di un restauro leggero e/o di manutenzione delle superfici dell'architettura, con l'obiettivo della conservazione di caratteri di non facile definizione presenti nella sfera della visualità ambientale.

La ricerca ha, inoltre, come principale oggetto le superfici dell'architettura, considerate nel rapporto tra tecnica e visualità. Pertanto, l'attenzione si è diretta verso le "qualità" e i "valori", che possano definirsi " di superficie", presenti nel patrimonio edilizio e architettonico esistente della Puglia nell'intento di proporre metodi e procedure per un loro riconoscimento.

La Rappresentazione dell'Architettura è inscritta da tempo in una lunga tradizione di studi conoscitivi e propositivi che hanno ampiamente segnato il dibattito nazionale, lasciando, tuttavia, in una posizione marginale alcune realtà locali che sono state più di altre trascurate, come è accaduto in una buona misura per la regione pugliese. Il gruppo di ricerca, pertanto, ha voluto sondare la possibilità di avviare tali studi anche in Puglia, tenendo conto, però, dell'attuale disponibilità di strumenti e tecnologie di rappresentazione grafica, di gran lunga più efficienti rispetto al passato.

Bisogna dire, infatti, che i limiti disciplinari nei quali operano i rappresentatori dell'architettura, fino a poco tempo fa ben circoscritti e riconosciuti, sono oggi continuamente posti in crisi da un rapporto fortemente dialettico tra un Disegno che si è costituito come disciplina teorica e strumentale nel corso dei secoli, e un Disegno assistito dagli strumenti informatici oggi disponibili e in continua evoluzione.

Queste nuove tecniche hanno oramai superato lo stadio della progressiva diffusione, penetrando nei vari settori del disegno, del rilievo, della fotografia, sostituendosi quasi completamente alle vecchie tecniche grafiche ed in buona misura entrando anche nella logica del consumo, che le porta ad essere parte del patrimonio comune del nuovo linguaggio in corso di formazione, basato sulle immagini computerizzate. Se, da un lato, è piuttosto difficile orientarsi tra le varie proposte del mercato per adeguare alle proprie esigenze il corredo degli strumenti e delle applicazioni, dall'altro, sembrano ancora in evoluzione o mancano della necessaria finezza quei prodotti espressamente dedicati al disegno degli edifici esistenti,

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ai pattern del decoro e degli stili storici, o che abbiano la predisposizione per gli effetti plastici, pittorici e materici delle architetture tradizionali, poiché in genere software e hardware sono pensati e progettati per aree culturali e operative nelle quali le problematiche prevalenti sono quelle dell'edilizia di nuova costruzione e del progetto.

Le risorse delle nuove tecnologie hanno prodotto grandi mutazioni anche nel campo della comunicazione visiva. All'efficienza che il computer conferisce all'impaginazione, al collage, al trattamento delle figure e del colore, agli effetti di tridimensionalità e di movimento, ecc... si sono aggiunte le nuove possibilità nella comunicazione multimediale e nella diffusione su reti telematiche. La comunicazione visiva, peraltro, sempre più penetra nella formazione e gestione di banche di dati, giungendo ad sostituire o ad integrare gli spazi dell'architettura reale con quelli simulati della realtà virtuale. Questa ultima, infatti, è entrata nell'opera di valorizzazione del bene culturale, rendendone possibile l'esposizione anche in mancanza dell'oggetto, con interventi di ricostruzione di fasi storiche e con presentazioni visuali di grande efficacia illustrativa.
Per innestare la nostra ricerca sul filone delle nuove tecnologie, abbiamo provato ad esplorare a largo raggio INTERNET, individuando tre aspetti emergenti:

Un'offerta di competenze nel campo del restauro e del recupero, ma a carattere più operativo, che progettuale, che presenta un motivo di preoccupazione nell'immediato, per l'immissione nel mondo del lavoro dei possessori di numerosi diplomi delle lauree brevi nel settore del restauro, che dovrebbero formare le nuove generazioni.

Un'offerta connessa alla piccola e media imprenditoria che, in parte, mostra di essere interessata, più che al generico consolidamento strutturale, a prestazioni di elevata specializzazione nel restauro di edifici monumentali e di media specializzazione nel campo del recupero degli edifici storici, non monumentali, ma costituenti il tessuto dei centri antichi, ponendo la sua attenzione, in particolare, sia a tutto quanto concerne la riattivazione delle loro funzioni abitative che alla loro immagine, con la manutenzione delle superfici delle facciate e delle finiture tradizionali

Una domanda di fruizione dei beni culturali decentrata e diffusa alla quale corrisponde una disorganizzazione della conoscenza e della valorizzazione, ancora oggetto di azioni sporadiche e non consapevoli delle possibilità delle nuove tecnologie multimediali.

Tale situazione in continuo sviluppo, anche per effetto dell'approvazione del nuovo Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio che dà grande importanza agli aspetti della valorizzazione, ci ha obbligato a considerare come principale obiettivo della ricerca quello identificato dalla parola chiave "raccordo" e come oggetto dello studio quello costituito dalla sovrapposizione di due campi di interesse: quello relativo alla "tradizione", rappresentata dagli edifici della città storica, e quello relativo al progresso e alla promozione economica della *"piccola"* e *"media impresa"*. Le problematiche prima esposte possono essere, pertanto, sintetizzate dalle seguenti domande.

Come è possibile stabilire un raccordo tra innovazione e tradizione nell'ambito della rappresentazione dell'architettura e della città?
A vantaggio di chi, in particolare, devono essere diretti i risultati di queste azioni di raccordo?
Quali dovranno essere e che forma dovranno avere i prodotti finali di queste azioni di raccordo?

1.1.2 Aspetti metodologici.

Ancora oggi, nella complessa situazione italiana le piccole imprese e le organizzazioni cooperative sembrano, le più adatte a svolgere le necessarie operazioni di conservazione, manutenzione, restauro e recupero necessarie alla tutela e alla valorizzazione delle testimonianze storiche e artistiche costituenti beni culturali. Si vengono a definire, così, degli ambiti nei quali gruppi di esperti, anche non numerosi, ma ben dotati delle opportune attrezzature e di un sapere tecnico, possono fare molte più cose in tempo reale e assumere sempre più un ruolo strategico. Le antiche discipline della rappresentazione, in particolare, coniugandosi e potenziandosi con le tecnologie informatiche, possono:
a) ritrovare nelle loro tradizioni culturali importanti spunti di innovazione, ponendo in grado committenti ed esecutori di cogliere i caratteri originali degli oggetti esaminati in tutta la loro complessità;
b) sistematizzare la raccolta delle informazioni mediate

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

banche dati più facilmente consultabili e implementabili;
c) prefigurare con maggiore efficacia gli esiti progettuali degli interventi;
d) offrire un più ampio ventaglio di verifiche della sostenibilità.
Sembra necessario prendere in considerazione i vari scenari nei quali si svolge il compito del raccordo, individuando, volta per volta, i caratteri delle nuove professionalità, eventualmente espresse nell'ambito di gruppi organizzati di operatori. In particolare, i curricula delle Facoltà di Architettura o dalle lauree brevi e dei Master connessi con competenze intermedie tra l'architetto e l'esperto di grafica computerizzata, e particolarmente specializzate nel Rilievo e nella Rappresentazione degli edifici della città storica, potrebbero presentarsi come figure centrali di questi gruppi, essendo in grado di interagire con altre professionalità non necessariamente di estrazione universitaria, che abbiano conoscenza delle tecniche edilizie tradizionali.
La ricerca pertanto è diretta a verificare come le funzioni del rilievo, inteso nel senso più ampio, possano generare protocolli di comportamento e articolazioni di gruppi di lavoro utili sia alla piccola e media impresa impegnata in operazioni nel campo del recupero e del restauro, che per enti locali interessati alla tutela e alla valorizzazione dei beni culturali.
Calandosi nella ricerca, il gruppo ha scelto di operare all'interno di una situazione tipica in cui sono necessarie precise conoscenze preliminari, mirate alla tutela e alla valorizzazione del bene culturale.
Pertanto, con l'intento di mettere a punto un'ampia scheda conoscitiva e illustrativa ha concentrato la sua attenzione sull'edificio scelto come campione, costituito dal Palazzo Vulpano Sylos a Bitonto che, per altro, ha un particolare pregio architettonico e una notevole valenza ambientale.
Le descrizioni, le note storiche, le rappresentazioni grafiche e fotografiche, elaborate dai diversi autori (docenti e allievi di dottorato di ricerca) e da questi raccolte nel CD allegato, restituiscono un'idea complessiva e sintetica dell'oggetto; ma è evidente che, date le premesse dello studio, l'edificio in questione, per quanto importante, è stato considerato, più che l'oggetto della ricerca, il luogo o il laboratorio della sperimentazione, nel senso che le tecniche e le procedure hanno tentato di trovare il modo di svilupparsi in una forma esemplare, applicabile ad altri contesti.
Come compilare questa scheda? Nelle nostre intenzioni, questa compilazione deve fornire un insieme di conoscenze con caratteri di generalità; ma sui concetti di generalità e di compilazione bisogna intendersi, poiché ambedue costituiscono un problema metodologico di non trascurabile importanza per la nostra ricerca. Fino a che punto spingere la precisione del rilievo o gli approfondimenti di una ricerca storica? Abbiamo provato a rispondere a questi interrogativi, affermando che la compilazione di una scheda deve trovare i limiti dell'approfondimento conoscitivo nella rispondenza a due requisiti: quello dell'efficienza e quello dell'economia. I due requisiti potrebbero essere sviluppati in una serie di formulazioni del tipo: a) discretizzazione ed esattezza nelle informazioni; b) apertura verso altre discipline, e cioè, costituire base per successivi approfondimenti, anche all'interno di una trattazione sommaria e preliminare, c) valutazione economica dell'informazione, e così via...

1.1.3 Il luogo dell'esperienza: il palazzo Vulpano Sylos.

Un immobile di proprietà privata, dall'architettura e dalla costruzione di elevate qualità, vincolato e soggetto al controllo degli organi di tutela, ubicato nel cuore di un importante centro storico, ma anche in un'area considerata marginale e di non facile accesso rispetto ai traffici automobilistici, in degrado, ma non in condizioni tali da scoraggiare un intervento conservativo, inadeguato agli attuali standard abitativi e quindi problematico sotto l'aspetto del recupero funzionale, ma stimolante, anche in rapporto all'investimento economico, se considerato rispetto ad un gusto che, da qualche tempo, ha preso forza nella richiesta, in una interessante mutazione dei modelli e degli ideali dell'abitazione: questo è l'edificio prescelto per la sperimentazione, che si presta molto bene per questa incombenza in quanto si trova nella situazione tipica e diffusa che precede una serie di deci-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

sioni da prendere da parte della proprietà e degli enti preposti alla tutela.
Non c'è bisogno di dire, infatti, quanto siano diventati numerosi gli edifici di questo genere e come siano visti, per le loro qualità e per la loro posizione, come occasioni d'investimento. Si aprono quindi prospettive di lavoro per la piccola e media impresa e, conseguentemente, per il mondo della professione con le sue diverse specializzazioni. Le occasioni di investimento nel restauro e nel recupero necessitano, prima ancora dei progetti generali d'intervento, di rilevi, campagne fotografiche, sopralluoghi, relazioni illustrative, studi storici, preventivi sommari. Si tratta, dunque, di condurre alla verifica dei requisiti di efficienza ed economicità tutte queste elaborazioni che pur avvicinandosi alle classiche produzioni di un tempo, se ne discostano, per una serie di fattori di novità. Più di prima esse devono costituirsi come assunzioni di responsabilità nei confronti del bene culturale, più di prima devono essere strettamente coordinate tra loro, realizzate in tempi brevi, e con gli strumenti dell'informatica, non per il gusto della novità, ma per gli effettivi vantaggi che danno le nuove tecnologie nell'allestimento di sistemi informativi e nella trasmissione delle conoscenze.
L'edificio è noto agli studiosi come uno degli esempi più rilevanti dell'architettura e dell'arte del Rinascimento in Puglia, essendo stato costruito tra la fine del XV e la prima metà del XVI secolo. Questo periodo non è stato finora oggetto di studi sistematici, com'è avvenuto per il Medioevo. Basti pensare che il primo convegno dedicato al periodo è del 2000 e, al momento in cui scriviamo, si è in attesa della pubblicazione degli atti. Il palazzo è ricordato, più che per la sua architettura, per il bassorilievo che orna il fondale della corte. La scheda conoscitiva è evidentemente riferita allo *stato attuale* del Palazzo e, se, da un lato, può essere vista come una scheda di identificazione dell'edificio in grado di dare informazioni minime ma sufficienti per orientarsi nella lettura delle fabbriche, dall'altro, la considereremo come l'esito finale di una serie di sopralluoghi e di elaborazioni in studio, che nel loro complesso formano la prestazione di una ipotetica equipe.
Nel caso specifico è importante considerare che il periodo d'uso del Palazzo, termina con gli anni Sessanta del Novecento, quando era possesso di Michele Sylos Labini, ultimo proprietario erede dell'antica famiglia bitontina che ha dato il secondo nome al monumento. Questa fase funzionale è documentata, a posteriori, da qualche fotografia (stato precedente allo smontaggio del lato Ovest) e da un rilievo (disegni preliminari ad un progetto non eseguito dell'architetto professore Mauro Civita).
L'edificio era, a quel tempo, suddiviso in numerosi appartamenti a locazione e, pertanto, era distribuito da scale, ora rimosse o in stato di grave degrado. Queste informazioni consentono di interpretare lo stato attuale dei luoghi, che è il risultato di almeno quaranta anni di mancato uso e di progressivo abbandono. Purtroppo, poco prima dell'ultimo passaggio di proprietà, si sono verificate intrusioni nell'immobile incustodito e ripetuti furti di materiali lapidei decorati e atti vandalici sulle parti di maggiore pregio, che hanno peggiorato ulteriormente la situazione.
Lo stato attuale, dopo il passaggio di proprietà, è, dunque, quello di cantiere presidiato, nel quale si eseguono, di tanto in tanto, interventi conservativi, mirati a restituire sicurezza e ad acquisire maggiore conoscenza sulla consistenza di alcune parti costitutive, in vista di un programma di lavori organico per il recupero e il restauro. Non si conoscono, ad oggi, scelte o preferenze della proprietà, in relazione alla futura destinazione d'uso dell'immobile. Collocandosi in questa situazione, le nostre operazioni di conoscenza dell'edificio si sono mantenute in un livello di genericità e di compatibilità, ma hanno comunque mirato alla definizione di una identità riconoscibile all'interno di una lettura accurata dello stato attuale.

1.1.4 Presentazione dei singoli settori di ricerca.

Se l'obiettivo della ricerca è, dunque, quello di simulare situazioni reali, valutare i difetti degli attuali e correnti modi di affrontare gli aspetti conoscitivi, indicare procedure, tecniche, metodi che possano introdurre efficacia e razionalità, definire protocolli, la scelta strategica dei gruppi della ricerca è stata quella di studiare l'edificio storico prescelto, che è particolarmente stratificato, con

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

l'idea che confrontando la conoscenza del singolo edificio con quella dei contesti operativi, fosse possibile formare il profilo di un operatore tipo, utile alle funzioni indicate. Questo operatore non necessariamente deve essere un "conoscitore", ma certamente deve saper vedere e rappresentare alternando la sua attenzione dal dettaglio all'insieme e deve per saper comunicare. L'idea è anche quella di prefigurare le interazioni di tali operatori in un'equipe che sia in grado di produrre schede conoscitive "aperte", dove riportare lo stato dei luoghi e di rappresentarlo nell'essenzialità, e, se è il caso, tentando di far emergere dalla realtà in trasformazione le eventuali potenzialità nascoste.

Il punto di convergenza delle attenzioni specialistiche è costituito dal nesso tra identità e stato attuale dell'edificio. È opportuno qui fare qualche precisazione su cosa si deve intendere per "identità" e "stato attuale" in relazione ad un edificio storico, visto che di questi termini si fa uso frequente nelle descrizioni scritte e grafiche di organismi complessi e stratificati e che il riconoscimento dell'edificio come bene culturale si traduce, di fatto, nella definizione della sua identità, definizione che, pertanto, può comportare l'assunzione di responsabilità per tutti i futuri rapporti.

Prendendo in considerazione l'esemplificazione costituita dal Palazzo Vulpano Sylos, si intravedono quattro possibili modi di interpretare e di cogliere l'identità dell'edificio che qui elenchiamo:

1) l'identità come forma e come materia: la forma geometrica dell'edificio rappresentato graficamente nella disarticolazione delle sue parti
2) l'identità come presenza effettiva: le apparenze visive riconosciute come stato dei luoghi ad una certa data.
3) l'identità come insieme di segni denotativi degli ambiti culturali ed artistici nei quali ha preso forma l'architettura dell'edificio
4) l'identità come insieme di segni connotativi: segni che contribuiscono a formare l'identità dell'edificio come individuo in un contesto al quale appartiene.

In genere, il tecnico, dovendo formarsi un'idea dell'edificio nel corso dei sopralluoghi, fa riferimento al momento presente e allo stato attuale, rappresentando mediante i rilievi e i documenti scritti quanto coglie nel contatto immediato e visivo. Un primo uso del termine "stato attuale", riferendosi alle condizioni in cui si trova l'edificio nell'istante del sopralluogo, si oppone al termine "stato precedente", relativo ad un più o meno recente passato, considerato come formativo del presente e, questo, al fine di fornire, elementi di valutazione utili a comprendere i fenomeni riscontrati e descritti. C'è, poi, un secondo significato di "attuale" che fa riferimento a ciò che, essendo in atto, entra in dialettica con quanto è potenziale. I tecnici che sono stati incaricati di progettare interventi di restauro o di trasformazione, dedicandosi all'analisi dello stato di un edificio, tendenzialmente, sono orientati verso questo secondo significato, poiché condizionano le scelte conoscitive agli aspetti del divenire. Il segmento temporale al quale si riferisce l'attuale del sopralluogo, può, dunque, restringersi e dilatarsi in funzione di varie circostanze.

La prima serie di contributi, riguardando, essenzialmente, la ricerca dell'identità come forma, si avvale a pieno titolo della rappresentazione grafica. Prendendo atto, evidentemente, del ruolo importante che il rilievo e la restituzione dei dati metrici e formali dell'oggetto di studio devono avere nell'identificazione del bene culturale, si è cercato di perseguire due obiettivi. Il primo è stato quello di formulare i requisiti minimi di un'operazione che deve essere inscritta nei concetti di strategia e di raccordo tra innovazione e tradizione, ai quali abbiamo già fatto riferimento. Uno degli spunti della ricerca è stato appunto quello di potenziare il grado di descrittori e di contenitori di informazioni di alcuni elaborati come le piante, che, se opportunamente redatte, possono restituire da sole l'identità morfologica corrispondente al solido edilizio. L'altro obiettivo è stato, invece quello di verificare come la pratica antica del rilievo dell' architettura possa ricevere i vantaggi delle nuove tecnologie, senza perdere di autonomia. Tenuto conto che un requisito delle operazioni conoscitive è coniugare la discretizzazione delle informazioni alla loro esattezza, per una conoscenza sufficiente, comunicata con un minimo di segni, un altro spunto di ricerca ha riguardato il tentativo di superare le difficoltà del rilievo e della rappresentazione tradizionali. Il Palazzo Vulpano Sylos presenta, ad esempio, alcune volte la cui forma non è di immediata comprensione. Bisogna riflettere a questo proposito che la

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

riduzione della complessità ai pochi segni significativi di un tracciato grafico non è sempre semplice. Un disegno di rilievo, sarà corretto, se, a parte l'esattezza metrica, ha una corrispondenza mimetica con uno schema che sintetizza la complessità dell'oggetto. Da qui la necessità di porre in connessione i rilievi con le analisi approfondite degli elementi dell'architettura che presentano forme complesse, studiandone, eventualmente, le modalità di costruzione, le varianti, le tipologie. Si giustifica in questo senso, da un lato, il rilievo a "nuvole di punti" di strumenti sofisticati come lo Scanner Laser e, dall'altro, lo studio, presentato in appendice, sulle volte leccesi. Riteniamo che ambedue questi approcci possano essere prerogativa di gruppi di lavoro ben coordinati e diretti.

Il secondo gruppo di contributi riguarda la consistenza effettiva dell'edificio espressa dalle sue apparenze visive. È evidente che il reperimento di foto e immagini di qualsiasi genere sull'edificio redatte in epoche recenti o remote, può fornire una base insostituibile di conoscenza e di confronto, soprattutto quando si studia l'edificio nella sua identità storica e culturale. Tra i compiti degli operatori, dovrebbe dunque esserci quello di raccogliere sistematicamente questi materiali e di compilarne un archivio, avendo cura di disporre le immagini in modo ordinato in funzione dei luoghi e dei tempi rappresentati. Ma gli operatori devono essi stessi rappresentare l'edificio con la fotografia e, in particolare con la fotografia digitale, che si presta a documentare lo stato attuale dell'edificio. La modalità d'uso sperimentata in rapporto a questi strumenti nella nostra ricerca, è quella della totale copertura fotografica, eseguita in un arco di tempo limitato e con un criterio omogeneo ed estensivo delle riprese. L'operatore, per eseguire correttamente questa campagna, dovrebbe evitare di farsi influenzare da valori o fenomeni localizzati e puntuali affinché il materiale raccolto acquisti una sua obiettiva validità e possa in futuro essere interrogato nelle varie occasioni di incertezza, come potrebbe avvenire, ad esempio, nella contabilità di lavori che hanno comportato rimozioni e trasformazioni dello stato di fatto. Naturalmente per rendere accessibili queste conoscenze bisogna prevedere l'uso di programmi di archiviazione aventi, eventualmente, per interfaccia le stesse piante degli edifici oggetto della copertura fotografica. Oltre che con le apparecchiature fotografiche, la documentazione dello stato dei luoghi, può anche essere fatta con cineprese e video camere che, per altro hanno il vantaggio di dare continuità alle immagini, facendo , in questo modo, percepire meglio, attraverso il movimento e il percorso, la terza dimensione e la spazialità dell'edificio. Le attuali camere e videocamere digitali costituiscono un grande passo avanti nella formazione di un sistema integrato con i calcolatori, eliminando numerosi passaggi e dando immagini in tempo reale, che possono essere viste e commentate già nel corso dei sopralluoghi.

Il terzo gruppo di contributi riguarda l'identità culturale ed artistica dell'edificio in esame. L'esito di queste ricerche sono le letture dell'edificio corroborate dal confronto con gli studi storici, storico /artistici, tipologici. La lettura dei segni relativi alle fasi costruttive è importante, sotto molti aspetti. Nei limiti del possibile dovrebbe questa lettura restituire un'idea, sia pure approssimativa, delle condizioni originarie del sito, dando indicazioni cronologiche e spaziali sulla fase più rilevante e, infine, un quadro di ipotesi sulle trasformazioni avvenute nel corso dei secoli. I confronti ci hanno portato a ritenere insufficienti le notizie riportate dai manuali di storia dell'arte, dalle guide turistiche e dalla maggior parte degli studi dei cultori di storia sul Palazzo. Abbiamo perciò dovuto esplorare una bibliografia di non facile reperibilità e di notevole specializzazione. È questa, d'altra parte, una situazione generalizzabile a tutto il patrimonio culturale del territorio pugliese, che si presenta, nel complesso ancora poco studiato nonostante il numero grande e sempre crescente di studi scientifici che quasi quotidianamente sono pubblicati. Un altro aspetto preso in considerazione nel corso di questi contributi è l'intreccio tra procedimenti descrittivi e iconografici e letture. A nostro avviso, mentre le descrizioni consistono nel porre a confronto, con l'aiuto dei disegni e delle immagini, le parti elementari con l'insieme per evidenziare il carattere di organismo dell'edificio, le letture devono cogliere i segni e tentare di comprendere i loro significati, sia in rapporto allo stato attuale che ad un stato ideale che può metterli in connessione secondo un sistema coerente.

Il quarto gruppo di contributi, riguardando l'identità

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

dell'edificio come insieme di segni connotativi che lo definiscono in quanto individuo nel contesto al quale appartiene, tralascia il caso del Palazzo Vulpano, e prende in esame in modo più ampio il tema delle superfici, riferendolo ad un intero centro storico.

L'azione di rappresentazione dei precedenti contributi si traduce in modelli grafici da utilizzare in interventi puntuali di restauro e come supporto alla valorizzazione, in questo contributo, invece si ipotizza che le operazioni siano diffuse sul territorio e finalizzate alle esigenze della tutela, che richiede innanzitutto la notifica e la redazione di banche di dati. Il contributo riguarda essenzialmente una campagna di rilievo tuttora in corso, estesa alle facciate e alle superfici murarie dell'intero centro storico di Bari. I rilievi sono fatti in ambito didattico, ma sono stati raccolti e rielaborati con rigore scientifico, in modo tale da simulare una documentazione finalizzata alla tutela dell'immagine urbana. Riporto di seguito una parte della relazione, con titolo "*Il centro storico di Bari: un'indagine in corso sulle superfici murarie e facciate",* su questo tema, da me letta in occasione di un convegno tenutosi a Bari, il 18 settembre 2003 i cui atti sono in corso di pubblicazione.

"Con le incentivazioni economiche e con il nuovo gusto di abitare nelle case antiche e, anche, per effetto dei notevoli incrementi dei fitti e dei prezzi di vendita, il bene culturale architettonico di proprietà privata, che fa parte degli abitati antichi, sta acquistando un potenziale economico che, da un lato ne garantisce ulteriormente la conservazione, ma dall'altro non lo mette a riparo da iniziative di valorizzazione che spesso finiscono per snaturarlo. La serie positiva di recuperi edilizi, pur essendo stata accolta in un primo momento con molto entusiasmo, incomincia ora a preoccupare, sia per l'eccesso di nuovi esercizi commerciali e di luoghi di ritrovo sorti in un organismo urbano, che per le soluzioni adottate nel restauro. Si sono levate voci critiche a denuncia della sistematica sostituzione delle pavimentazioni stradali, e dell'asportazione della tradizionale protezione degli intonaci, che mette a nudo l'opera muraria in pietra o in tufo, più che per una lettura stratigrafica, per ottenere effetti di "ruderizzazione", secondo un gusto oramai dilagante che sta incidendo fortemente sull'immagine dei centri storici della Puglia e sta alterando anche l'immagine di Bari Vecchia, che aveva nei pavimenti di "chianche" e nello scialbo di calce, passato anche sulla pietra viva, i segni più significativi del suo carattere mediterraneo. Come fronteggiare queste mode? A proposito di queste scelte, bisogna osservare che, mentre la conservazione degli edifici è garantita dall'imposizione di vincoli, le modalità dell'esecuzione dei singoli interventi sono da confrontare con le norme di attuazione dei piani particolareggiati, i quali contengono le prescrizioni su rifiniture, materiali da adottare, trattamenti superficiali, colori, e così via.

I progettisti del Piano Particolareggiato di Bari Vecchia, consapevoli del fatto che le norme non garantiscono automaticamente la tutela dei beni architettonici, hanno auspicato l'istituzione di un "Ufficio speciale per la realizzazione del piano", che, purtroppo, non è stato mai attivato, al quale dovrebbero essere demandati la gestione e il controllo delle opere di restauro e di riuso. In questo ufficio avrebbero dovuto prestare la loro opera architetti impegnati a tempo pieno in due compiti: progettare e dirigere i lavori di sistemazione degli spazi pubblici ed esercitare un continuo e puntuale controllo sull'edilizia privata, curando l'applicazione delle norme sulla manutenzione.

La nostra ricerca tende a fornire elementi di riflessione e suggerimenti sull'operato di Uffici di questo tipo che, dovendo fare scelte in termini di visualità e di apparenza e dovendo comunicarle in modo chiaro ai proprietari, si affidano all'intuito e alla sensibilità degli operatori, cercando riferimenti che possano orientare verso un'immagine urbana da condividere. Prendendo atto che la migliore strategia di conservazione di un centro storico è quella degli interventi leggeri e coerenti con l'immagine complessiva dell'abitato antico, l'obiettivo dei nostri studi è quello di avvicinarci a questa immagine di cui dovrebbe essere garantita la continuità, la permanenza e la condivisione. Si tratta, evidentemente, di ritrovare negli interventi di manutenzione i corrispondenti visivi di un'immagine mentale, che unifica gli aspetti architettonici storici ed antropologici, in una certa misura includendo anche quegli aspetti ritenuti negativi, risultato di alterazioni più o meno profonde del decoro architettonico originario, ma che sono, tuttavia, espressione della vitalità della popolazione che non si può allontanare dai suoi luoghi senza correre il rischio di falsificare ulteriormente l'immagine urbana. Pensare di conservare tale immagine significa porsi il com-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

pito di mantenere un equilibrio tra un decoro urbano, che per Bari Vecchia ha una forte componente popolare, e un degrado da rimuovere a poco a poco e con molte precauzioni. Forse non è il caso di farsi influenzare da alcuni film recenti girati in Puglia e a Bari Vecchia che danno una versione dei luoghi improntata ad un moderno pittoresco, ma si deve ammettere che la forma ideale del centro storico del capoluogo pugliese, non è più conoscibile se non attraverso il degrado, che, entrando in continuità con le superfici, si è localizzato profondamente nell'architettura e nell'urbano. Tenendo conto del carattere antropico di questo degrado, il tecnico impegnato nella tutela, non può che assumere la figura del buon medico condotto, piuttosto che quella del grande chirurgo, per il compito o la missione che svolge di una continua assistenza presso i privati dando indicazioni e prescrizioni gratuite a quanti intendono eseguire piccoli interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

Ma come potenziare insieme alla sensibilità e alle capacità di scelta, l'operatività di un simile tecnico? Come evitare gli eccessi di discrezionalità e le incomprensioni e i rifiuti da parte degli utenti di un tale servizio pubblico? Come far comprendere alla popolazione che essa ha un ruolo importante nella formazione dell'universo visivo della città storica? La nascita e la diffusione di una cultura iconografica urbana dovrebbe essere preoccupazione delle Amministrazioni Comunali che, purtroppo quasi sempre, la trascurano.

E' raro, ad esempio, che un'Amministrazione Comunale decida di incaricare un fotografo di fare quello che una volta facevano i vedutisti e cioè, restituire una visione ufficiale e generale della città nella quale riconoscersi. E questo, evidentemente, non per i costi che richiederebbero tali prestazioni, ma per un vero e proprio difetto del tema iconografico nel governo della città, nonostante alcune opere pubbliche siano fatte esclusivamente per l'immagine, nonostante il proliferare delle immagini e la nostalgia con cui si pubblicano e si guardano le stampe e le vecchie fotografie.

Sono evidenti i vantaggi che possono derivare a chi vive le ansie e i dispiaceri della conservazione e della perdita dell'immagine urbana, dal possesso di una banca dati iconografica che possa restituire informazioni in tempo reale sulle parti visibili della città, dando anche notizie sulle trasformazioni storicamente accertate della visualità e aiutando a prefigurare i futuri effetti di un intervento progettato. L'informatica, con le sue ampie memorie digitali facilmente accessibili e continuamente aggiornabili, non risolve però il problema del reperimento delle risorse finanziarie e professionali necessarie alla formazione di un simile patrimonio iconografico. Chi deve occuparsi di alimentare le banche dei dati iconografici con nuovi disegni di rilievo? Chi deve dedicarsi alla raccolta e all'ordinamento delle immagini? L'Ufficio del centro storico potrebbe far queste cose, ma vedrebbe crescere i propri impegni in tale misura, da non poter veder soddisfatta l'esigenza dell'immagine mentale, mancando a chi opera direttamente sulle cose reali, la distanza necessaria a rappresentarsi la complessità."

Rinviando al contributo di Davide Cara per un'informazione su questa campagna di rilievo, che sta producendo una lettura iconografica della città vecchia, unica nel suo genere, ricca di dettagli e di visioni d'assieme, ottenuta attraverso rappresentazioni tematiche, catalogazioni di texture superficiali, di colori e di segni del decoro e del degrado, vorrei osservare qui che, quando si agisce a scala urbana o territoriale, tutti i processi di lettura e identificazione dei beni appaiano come rallentati per la difficoltà di raccolta delle informazioni e di conservazione dei dati relativi ai beni censiti. Il motivo di questo rallentamento sta anche nel fatto che questi accumuli di informazioni, sono rappresentazioni inefficaci, poiché non riescono a consegnare all'utilizzatore delle banche dati, studioso o progettista, un'immagine della realtà complessiva, sia pure ridotta nella forma di modello da interpretare o con il quale interagire. L'attuale sistematica applicazione delle nuove tecnologie informatiche agli strumenti di rilievo e di restituzione grafica sembra poter risolvere questo problema. La lettura della realtà architettonica ed urbana è facilitata da questi mezzi che si rivelano, sempre di più, utili a sciogliere e interpretare la complessità dei rapporti visuali determinati dallo sguardo che si rivolge alle forme dell'architettura e trova davanti a sé l'ostacolo delle superfici costruite. Da un lato, sono aumentate in modo esponenziale le potenzialità di prelievo, conservazione e di trasmissione dei dati e, dall'altro, nella gestione dei dati relativi alle caratteristiche visuali degli oggetti architettonici ed urbani è esal-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

tato il ruolo euristico della rappresentazione. Come è noto, questo termine va considerato sia nel senso dell'attività del rappresentare, con tutto quanto essa comporta di positivo in termini di organizzazione della conoscenza, sia nel senso dei risultati di tali azioni rappresentative e questi oggi possono essere costituiti da immagini grafiche, di forte realismo fotografico e di grande efficacia, ed anche video rappresentazioni connesse con la computer grafica e con l'animazione. Ne emerge un'immagine della città, che forse fino ad ora mancava e che portata all'evidenza dal progredire dell'operazione, ci fa riflettere, da un lato, sul rapporto tra l'architettura e lo spazio urbano e, dall'altro, ci fa intuire nuove possibilità di gestire le operazioni di tutela.

1.2 Rappresentazione e conoscenza.

1.2.1. Organizzazione della conoscenza attraverso il rilievo.
P. Perfido.

Per comprendere il significato del termine rilievo è opportuno fare alcune considerazioni partendo dall'etimologia della parola: Rilievo viene dal latino *re-levo* che significa sollevare, portare ad un livello superiore, distaccare dal fondo. Se riflettiamo su questo concetto e ne intuiamo il significato saremo in grado di determinare procedure e metodologie operative e di decidere dell'uso di strumentazioni di misurazione diretta e indiretta più idonee per raggiungere il risultato di una corretta conoscenza di un organismo architettonico o urbano.
Questa breve considerazione ci fa capire che un rilievo non è una operazione "oggettiva" ma richiede scelte che andranno fatte, per quanto possibile, prima di iniziare il nostro lavoro e che ne determineranno l'esito.
Se, come abbiamo detto, rilievo vuol dire sollevare, staccare dal fondo, far emergere un particolare da un insieme, questo implica immediatamente un problema di metodo e di scelte: vale a dire che si rende necessario individuare quali sono gli elementi che devono essere evidenziati rispetto ad un insieme complesso di elementi.
Facciamo un esempio molto semplice: Un oggetto può essere rappresentato "segnando" il suo limite. Questo non è altro che una linea immaginaria che separa l'essere dell'oggetto dal suo non essere, è un limite che dà all'oggetto stesso una sua riconoscibilità, che lo distingue e lo separa da ciò che non è. Quanto detto può sembrare riduttivo ma è proprio attraverso la determinazione di "limiti" che il rilievo può procedere.
Una volta individuato, misurato e rappresentato il "confine" dell'oggetto, si passa ad altri elementi che lo caratterizzano dando in questo modo, all'oggetto stesso, una maggiore riconoscibilità. Elementi che sono all'interno del "confine", al di qua del limite a cui abbiamo accennato: aperture, cornici, decorazioni, diversità di materiali ecc. Questi sono, se così possiamo dire, specificazioni di secondo livello, a cui possono seguire ulteriori specificazioni di terzo, quarto, quinto livello, sempre più specifiche, sempre più attente alla descrizione del dettaglio, e più si scende nel dettaglio più la scala di rappresentazione aumenta facendoci perdere di vista l'insieme dell'oggetto, la sua unitarietà. Come in un gioco di scatole cinesi ogni livello diventa il non essere del livello inferiore, fino alla rappresentazione del dettaglio più minuto.

Ma quanti sono i livelli da considerare? Come determinare un limite al di sotto (o al di sopra) del quale non conviene spingersi? A queste domande non è possibile dare una risposta esaustiva ma dovremo cercare una prassi operativa che ci aiuti ad individuare delle regole.

Fin qui abbiamo parlato della rappresentazione di un oggetto attraverso la descrizione delle sue parti esterne, della sua pelle, di ciò che è visibile. Ma l'oggetto è costituito anche da un "interno", da ciò che non è visibile, da ciò che si può, in tutto o in parte, solo immaginare, da

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ciò che per essere rappresentato, e quindi riconosciuto, ha bisogno di un lessico simbolico ancora più spinto, ancora più specialistico, dove più forte è il rischio del fra/intendimento.
Un rilievo può essere rappresentato attraverso la trasposizione sul foglio, cartaceo o elettronico, delle tracce degli elementi visibili attraverso i "prospetti", e di quelli non visibili attraverso le "sezioni". Il disegno del "prospetto" ci permette una relativa facilità nel riconoscimento del segno e della sua decodifica; la "sezione" invece, sia orizzontale che verticale, é la descrizione dell'oggetto come non potrà mai essere visto (salvo casi particolari come un sito archeologico o un edificio parzialmente crollato, ma anche in questi casi non possiamo comunque parlare di sezioni).
Se l'esito del lavoro di rilevazione è una rappresentazione mongiana di parti visibili e di parti non visibili questa rappresentazione ha al suo interno il dilemma che il termine stesso "rilievo" racchiude in sé. Un dilemma che, come abbiamo visto, è dato dal significato etimologico della parola stessa, vale a dire da quel concetto di portare in superficie, staccare dal fondo.
Far emergere un elemento rispetto ad un altro implica un ragionamento a-priori che ci conduce ad effettuare delle scelte, a determinare una gerarchia di valori tra gli infiniti elementi che compongono il tutto.
Come abbiamo accennato all'inizio di queste note, per rappresentare un prospetto scegliamo, volendo schematizzare, le quattro linee immaginarie che determinano l'essere nello spazio dell'oggetto architettonico: una linea orizzontale indicherà la base dell'edificio, due linee verticali indicheranno lo spigolo destro e quello sinistro, ancora una linea orizzontale la copertura. Oltre quelle linee l'oggetto non esiste perciò a quelle quattro linee abbiamo demandato tutto il peso della definizione dell'oggetto. Abbiamo deciso che tra le infinite linee che compongono il piano della facciata dell'edificio solo quelle quattro hanno dignità di essere rappresentate perché da sole hanno il valore di tutte le altre messe insieme.
Non potranno esserci strumenti, per quanto sofisticati, che avranno il potere di sostituirci nella "scelta", né tantomeno possiamo pensare di arrivare (almeno con le tecnologie attuali) ad un rilievo "totale": Vale a dire il rilievo esaustivo di tutte le informazioni possibili sull'oggetto, anche quelle non prevedibili all'atto della sua esecuzione ma non per questo meno importanti per chi in futuro utilizzerà i dati del nostro lavoro per scopi che oggi non possiamo prevedere.
Scartata quindi l'ipotesi del rilievo "totale" si procederà all'esecuzione di un lavoro che sarà esaustivo solo nelle descrizioni utili e funzionali al nostro "scopo". Perciò il primo elemento con cui dovremo confrontarci sarà proprio lo "scopo". Anche in questo caso l'etimologia del termine ci potrà aiutare a chiarire alcuni concetti di fondo: la parola "scopo" contiene la radice indeuropea che in greco forma le parole legate al concetto di guardare, mirare, vedere. Perciò il nostro "scopo", da cui muoveranno tutte le scelte successive, altro non è che la nostra capacità di saper "vedere oltre", saper individuare le linee guida del nostro lavoro, i binari entro cui dobbiamo muoverci per ottenere il risultato che a-priori abbiamo previsto. Sarà il nostro "scopo" a guidarci nella scelta degli elementi da rappresentare, a stabilire le gerarchie tra di essi, a scartare ciò che non è funzionale all'obbiettivo che ci siamo prefissati.
Questo argomento ci porta inevitabilmente alla considerazione che di un oggetto non potremo effettuare "il rilievo" ma "i rilievi"; tanti quanti saranno gli "scopi" da cui avremo preso le mosse. Ognuno di essi ci servirà a mettere in "rilievo" un aspetto o anche più di un aspetto, ma mai tutti. Quanto maggiore sarà la consapevolezza del nostro "scopo" tanto migliore sarà la rappresentazione di esso. Se partiamo da presupposti deboli, se non siamo in grado di "intravedere" con chiarezza il fine otterremo risultati scarsamente utilizzabili o quantomeno non ottimali. Avremo così disegni che potranno essere privi di informazioni perché non è stato previsto con chiarezza, all'atto del rilevare, tutto quello che poteva servire alla conoscenza di un determinato aspetto dell'edificio; ma potremo altresì avere disegni sovrabbondanti di informazioni che ci confonderanno nella lettura e non ci faranno cogliere nella loro particolarità alcuni aspetti salienti dell'oggetto.
Dovremo quindi pianificare il nostro lavoro partendo dallo "scopo", sapendo perfettamente cosa chiediamo all'oggetto del nostro studio, quali sono le informazioni che dovremo isolare dal contesto. Per far ciò è fondamentale la conoscenza approfondita del manufatto.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Conoscenza che avverrà attraverso i metodi della ricerca archivistica, attraverso documenti, foto, vecchi rilievi, relazioni di restauro e quant'altro ci potrà essere utile alla ricostruzione dei passaggi che hanno caratterizzato la vita del monumento. Contestualmente sarà opportuno effettuare sopralluoghi che grazie ad una attenta documentazione fotografica e scrittografica ci permetteranno di realizzare eidotipi precisi e puntuali che saranno la base grafica per le nostre misurazioni.
La "presa" dei dati avverrà attraverso i metodi e gli strumenti che riterremo più idonei : dal rilievo diretto all'uso di strumenti come livelli ottici, teodoliti, stazioni totali, restituzioni fotogrammetriche e riprese con scanner laser. Naturalmente un sistema non esclude l'altro ma le varie tecniche si devono integrare perché da sole potrebbero non essere esaustive per la completa descrizione dell'oggetto.
Raccolti i dati metrici si passerà alla redazione di tavole che tengano conto delle norme grafiche e simboliche che permetteranno ai nostri elaborati di essere "letti" e quindi de-codificati anche da chi non ha mai avuto occasione di vedere dal vero l'oggetto del rilievo.
Quanto maggiore sarà la precisione delle nostre misurazioni tanto maggiore sarà la corrispondenza tra la realtà e la sua immagine. Così come quanto maggiore sarà la riconoscibilità simbolica dei segni utilizzati tanto maggiore sarà la loro comprensione.
Ma la rappresentazione di un oggetto deve andare oltre il linguaggio del disegno. Potrà esprimersi anche attraverso modelli, sia virtuali che plastici, o attraverso cataloghi (data base) che conterranno tutte quelle informazioni che per loro natura non possono assumere una forma grafica come foto storiche, documenti d'archivio, relazioni di restauro.
Il tutto dovrà formare un sistema informativo complesso dove informazioni di varia natura (metriche, alfanumeriche, documentali) si andranno ad interlacciare e a connettersi l'un l'altra. Un sistema aperto a cui si potranno aggiungere ulteriori informazioni e che possa permettere una diffusione rapida e agevole delle informazioni in esso contenute.

1.2.2. Palazzo Vulpano - Sylos: metodologie operative per la conoscenza.
P. Perfido.

Il rilievo di Palazzo Vulpano Sylos è stato un'occasione per verificare alcune metodologie operative e prassi esecutive che tenessero in conto alcuni principi contenuti già nel testo della convenzione ed in particolare negli obiettivi specifici dell'unità operativa "W2".
L'attenzione è stata rivolta verso la definizione di proposte operative attente alle esigenze della piccola e media impresa da una parte (rapidità ed economicità degli interventi) e la precisione e la scientificità delle procedure dall'altro. Sono stati verificati metodi di lavoro interdisciplinari dove alla grafica del rilievo tradizionale si è associata una lettura video fotografica delle superfici con la messa a punto di metodologie semplici ma di grande efficacia in quanto a risultati.
L'idea di base è stata quella di proporre una lettura multimediale dell'edificio, attraverso la realizzazione di una struttura informativa che permettesse di ottenere informazioni sia quantitative (lunghezza, larghezza, altezza, metri quadri, metri cubi, ecc.) sia qualitative (natura delle superfici, materiali, colore, apparato decorativo, ecc.). Questa idea di partenza, che traeva spunto dalle esperienze scientifiche e professionali dei componenti del gruppo operativo, è stata meglio definita in corso d'opera e affinata nelle sue metodiche operative anche grazie agli strumenti ed ai software acquistati con i fondi messi a disposizione dalla convenzione. Un altro aspetto importante è stato quello della formazione di giovani ricercatori che hanno potuto, attraverso l'esperienza sul campo, formarsi all'uso di attrezzature e software dedicati (dalla stazione totale alla fotografia digitale, dal rilievo diretto alla fotogrammetria, all'uso di una scanner laser)
La possibilità di operare nel cantiere del palazzo Vulpano Sylos a Bitonto, ci ha permesso di verificare quanto detto in precedenza, avendo questo edificio il vantaggio di contenere una serie di problematiche a diversi livelli: sorge in un centro storico, è un manufatto architettonico con notevoli problemi di degrado, è un edificio storico importante con apparati architettonici e decorativi di grande interesse, racchiude in se un'articolazione e una sovrapposizione cronologica di lunga durata (dal medioevo al

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

novecento), presenta soluzioni statiche e tecnologiche diverse, ecc. Edifici di questo tipo sono presenti in gran numero nei centri storici e spesso sono oggetto di interventi da parte di privati o di enti che procedono alla ristrutturazione senza effettuare a monte una corretta ed esaustiva documentazione. Nella maggior parte dei casi e nella migliore delle ipotesi ci si trova di fronte ad un buon rilievo e a una discreta copertura fotografica, ma questo non esaurisce il problema. La messa a punto di un protocollo di procedure, il più possibile oggettive, può mettere ordine in un settore (quello della rappresentazione dell'architettura storica) che non conosce regole chiare e procedure riconosciute.

Soprattutto le Soprintendenze devono farsi carico di richiedere documentazioni informative che vadano oltre le ormai tradizionali (anche se indispensabili) forme della rappresentazione dell'architettura di piante prospetti e sezioni. Un altro aspetto importante è quello della documentazione in corso d'opera del cantiere arricchendo il sistema informativo di tutti quei dati infografici che si accumulano durante i lavori.

L'ipotesi di lavoro, come è stato detto, è stata quella di documentare questa complessità in maniera rapida, con strumenti di relativo facile utilizzo e con procedure standardizzate senza rinunciare però alla possibilità di sperimentare e verificare metodologie nuove. E' stata utilizzata una camera digitale, controllata in remoto e montata su un asta telescopica, con la quale sono state effettuate riprese di dettagli posti in posizioni non raggiungibili se non con impalcature o scale. E' stata fatta una ripresa con un laser scanner (Cyrax 2500) del portale esterno, della corte interna e della loggia con il bassorilievo. E' stata usata la fotografia in maniera estensiva per effettuare una copertura di tutte le pareti, le volte e i solai dell'intero edificio. Sono state effettuate riprese filmate a completamento delle informazioni descritte in precedenza. E' stato realizzato, infine, un modello tridimensionale, semplice nella struttura ma rigoroso nelle forme, che permette di ottenere sezioni dell'edificio in tutte le parti dove se ne riscontri la necessità.

Tutto questo materiale è stato organizzato in un agile data base multimediale e interattivo che permette di ottenere le informazioni raccolte in maniera semplice e immediata siano essi dati metrici che informazioni storiche, consultare la banca dati fotografica e visionare le riprese filmate, interrogare il modello 3D e visualizzarne le sezioni più significative.

Nella tabella che segue si riassumono i passaggi che hanno caratterizzato il lavoro di ricerca per quanto concerne l'organizzazione delle fasi esecutive del lavoro. La CONOSCENZA dell'edificio e della sua storia fatta attraverso i materiali di archivio, le pubblicazioni, le immagini storiche ecc. si è arricchita di ulteriori dati attraverso il RILIEVO. Con rilievo non si è inteso solo una prassi che portasse alla conoscenza metrica dell'edificio ma a tutta una serie di procedure con le quali "scavare" al di là della "pelle" dell'edificio per riconoscerne le sue caratteristiche più nascoste e poterle RAPPRESENTARE con gli strumenti che l'informatica ci mette a disposizione. Il tentativo è stato quello di ottenere un risultato "completo" per quanto concerne le attuali conoscenze sul Palazzo e renderle facilmente accessibili.

1. <u>CONOSCENZA:</u>

1.1 Finalità - scopo

- 1.1.1. storiografico documentale
- 1.1.2. restauro - degrado - lacuna
- 1.1.3. archeologico - palinsesto - rimozione
- 1.1.4. fiscale - fondiario - catastale - legale - estimativo
- 1.1.5. didattico.

1.2 Raccolta Dati

- 1.2.1. documenti
- 1.2.2. stampe antiche
- 1.2.3. rilievi già eseguiti
- 1.2.4. foto storiche
- 1.2.5. annotazioni e riflessioni

2. <u>RILIEVO</u>

2.1 Schizzi preparatori

- 2.1.1. redazione di eidotipi
- 2.1.2. documentazione fotografica

2.2 Misurazioni

- 2.2.1. base topografica - rilievo strumentale
- 2.2.2. trilaterazioni - triangolazioni - rilievo diretto
- 2.2.3. fotogrammetria

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2.2.4. termografia
2.2.5. laser scanner

3. RAPPRESENTAZIONE

3.1 Redazione di tavole
3.1.1. norme grafiche
3.1.2. impaginazione
3.2 Modello
3.2.1. Plastico - Modello solido - CAD/CAM - Rendering
3.3 Relazione
3.3.1. impaginazione
3.4 Cataloghi
3.4.1. data base - Sistema Informativo Architettonico
3.5 Diffusione della conoscenza
3.5.1. pubblicazioni - internet - convegni.

1.2.3 Rilievo e restituzione grafica del Palazzo Vulpano Sylos.

S. Angiulli, M. Carone

Introduzione

Gli strumenti che oggi sono a nostra disposizione, sia hardware che software, hanno oramai superato la fase della progressiva diffusione. Si può affermare che essi hanno ormai quasi completamente sostituito le tecniche di rappresentazione usate fino a pochi anni orsono.
Il mercato dei prodotti informatici impone di rinnovare sempre più velocemente i propri "arnesi" di lavoro, segnando profondamente l'uso degli strumenti e dei metodi del disegno, del rilievo e della fotografia.
L'aumento delle potenzialità grafiche, grazie,come si è detto, ai nuovi strumenti informatici, ha ampliato le possibilità della comunicazione. E' possibile ottenere prodotti che possono gestire più livelli informativi con la gestione di banche dati iconografiche e alfanumeriche, portando il prodotto intellettuale dell'architetto nell'ambito audiovisuale e della realtà virtuale. Tutto questo può assume un particolare rilievo se visto in funzione della valorizzazione del patrimonio culturale e architettonico.

Rilievo diretto e strumentale

Obiettivi e finalità

Come è stato già sottolineato in altre parti di questo lavoro l'organismo architettonico individuato come oggetto di studio si è prestato ottimamente alla verifica di modalità operative da trasferire alle piccole e medie imprese operanti nel settore del recupero e del restauro.
Gli aspetti principali che hanno determinato la scelta sono:

a) complessità dell'articolazione planimetrica ai diversi livelli (l'edificio sviluppato su quattro piani misura: piano interrato mq. 383,35 - piano terra mq. 997,15 - piano primo mq. 997,15 - piano secondo mq. 817,30);
b) generale stato di abbandono e degrado, con alcune situazioni di pericolo;
c) accessibilità dei luoghi discreta.

Il rilievo si è configurato, in primo luogo, come un intervento di tipo conoscitivo, finalizzato alla comprensione delle caratteristiche formali, funzionali, strutturali e decorative. Al tempo stesso lo studio si è posto un ulteriore obiettivo, quello di individuare una modalità di restituzione grafica in grado di soddisfare i seguenti requisiti:

a) fornire informazioni esatte e in quantità minima, ma sufficiente per costruire uno schema i lettura e di interpretazione del solido edilizio. Tale schema deve essere aperto, nel senso che deve essere in grado di accogliere ulteriori informazioni, in modo da formare livelli conoscitivi a più alta definizione e a carattere tematico;
b) fornire la base delle indicazioni topografiche dei dati relativi alla rappresentazioni fotografie e dei filmati, dalle quali deve essere possibile conoscere con immediatezza i punti e le direzioni delle riprese (di cui al paragrafo 1.4.3).

Nello spirito di finalizzare le operazioni alla conoscenza dell'edificio, non bisogna trascurare la complessità del manufatto che nel caso in esame richiede un approfon-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

dimento maggiore di quello che si ottiene da un rilievo topografico generale, per punti notevoli.
Il ricco apparato scultoreo del fregio della loggia o dei capitelli, la conformazione delle volte, necessitano di un rilievo più accurato che consenta, in primo luogo, una restituzione esatta delle loro forme, altrimenti non garantita, quindi la possibilità di rappresentare anche i loro connotati qualitativi e la loro matericità. In questo caso ci vengono incontro le potenzialità offerte dall'uso di nuove tecnologie.
Il rilievo "tradizionale" di alcune parti rappresentative e particolarmente complesse dell'edificio è stato approfondito attraverso il rilievo effettuato con un laser scanner.

Gli elaborati che si prestano meglio a soddisfare i requisiti prima indicati sono le painet, che si presentano come il simulacro più adatto a riproporre l'esatta geometria di ogni ambiente componente l'edificio.
Più facilmente ed efficacemente di altre elaborazioni, possono diventare contenitori di annotazioni alfanumeriche utili a ricostruire la forma e il volume delle strutture in elevato per ogni ambiente, come è mostrato dalla fig.1, dalla quale è possibile desumere l'altezza delle volte in chiave e all'imposta, l'altezza dei vani porta e finestra (soglia e architrave).

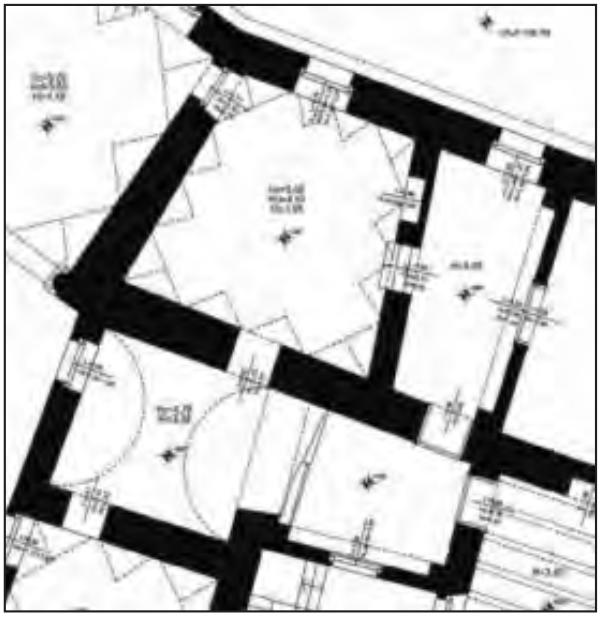


Fig. 1. Particolari della pianta del piano terra.

Le piante sono figurazioni capaci di sintetizzare il processo di costruzione dando un'idea del fenomeno architettonico in modo da evidenziarne le intime regole di funzionamento.
Nella pratica, mediate elaborazioni coì predisposte e facendo opportuno uso della relativa documentazione fotografica, è possibile predisporre eidotipi di sezioni e di prospetti dell'edificio con qualsivoglia piano secante *(Fig. 2)*.

Metodologia di rilievo diretto e strumentale.

Le fasi di rilievo sono state precedute dalla stesura di uno specifico programma di intervento in cui sono stati definiti gli obiettivi, le finalità e le procedure. Con appositi eidotipi si è predisposto un "progetto di rilievo" in cui sono state individuate le parti del manufatto da rilevare

Fig. 2. Eidotipo di sezione ricavato dai dati individuati in pianta.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ed allo stesso prefigurate le restituzioni da redigere. Per far questo ci si è avvalsi dei i rilievi redatti in precedenza che hanno costituito supporto di partenza[1].
Le operazioni di rilevamento hanno integrato differenti metodi di rilievo, da quello diretto a quello indiretto ed hanno previsto l'utilizzo di una apposita strumentazione, in particolare:
- per il rilievo diretto: fettucce metriche, aste metriche, distanziometro Leica;
- per il rilievo indiretto e strumentale: stazione totale Nikon 820 NPL.

L'utilizzo della celerimensura nelle operazioni di rilievo ha permesso di velocizzare la fase di presa dei dati e di ridurre al minimo la possibilità di errore derivante dalla conformazione articolata dell'edificio.
La stazione totale attraverso un'unica misurazione ha restituito le tre coordinate spaziali dei singoli punti, inoltre l'utilizzo del distanziomentro laser integrato ha consentito di "battere" i punti inaccesibili, senza l'ausilio del prisma riflettente, semplificando notevolmente il lavoro sul campo e riducendo il numero degli operatori necessari alle operazioni di rilevamento, non dovendo porsi il problema dell'individuazione planimetrica del punto e della determinazione della sua quota rispetto ad un piano di riferimento.

Dopo la realizzazione degli eidotipi si è passati alla numerazione degli ambienti per ogni livello adottando un criterio che propone la numerazione romana per indicare i livelli e quella araba per indicare i singoli ambienti. *(Fig. 3).*
Solo successivamente si è proceduto alla progettazione di un rilievo topografico strumentale con l'individuazione

Fig. 4. Eidotipo della base topografica.

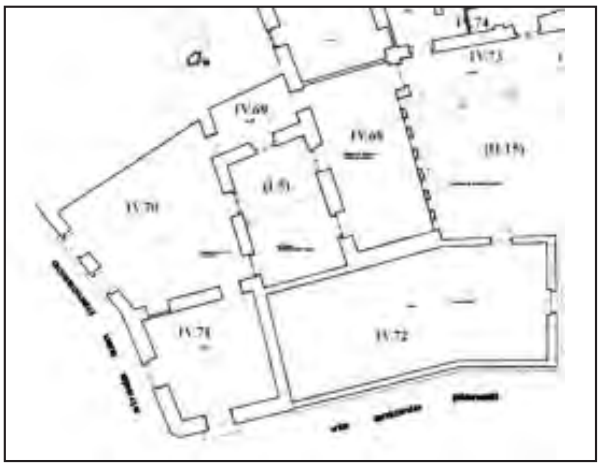


Fig. 3. Individuazione in planimetria dei singoli ambienti secondo il criterio di numerazione adottato.

Fig. 5. Restituzione dell'eidotipo con l'individuazione delle stazioni e dei punti battuti.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 6. Eidotipo del rilievo diretto.

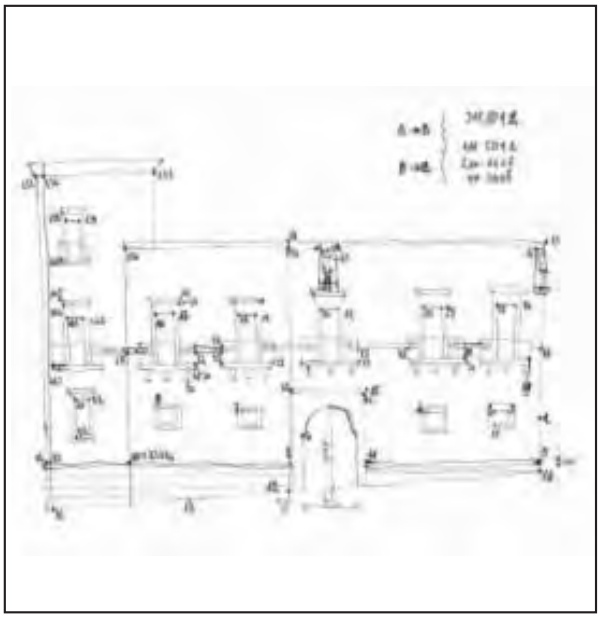


Fig. 7. Eidotipo del prospetto con la localizzazione dei punti battuti.

dei punti di stazione per la creazione di una poligonale e una serie di punti topografici cui riferire la maglia di appoggio delle rilevazioni dirette.

Sono state individuate, complessivamente, 18 stazioni, dalle quali sono stati "battuti" due punti per ciascun ambiente contrassegnati sul posto da target numerati e riportati sull'eidotipo topografico *(Figg. 4 e 5)*,

Il rilievo planimetrico diretto di tutti gli ambienti, le quote altimetriche delle soglie delle porte e delle finestre, l'altezza dell'imposta e del colmo dell'intradosso delle volte e l'altezza dell'intradosso dei solai, hanno permesso di completare il sistema di notazione delle planimetrie *(Fig. 6)*.

Per il rilievo dei prospetti sono state effettuate tre stazioni topografiche e sono stati battuti circa 150 punti significativi per restituire i lineamenti che "disegnano" gli alzati: attacco a terra dell'edificio, disposizione dei principali elementi in elevato, vertici tra stipiti e architravi di finestre e portali, aggetto dei balconi, cornici e cornicioni, punti di deviazione degli allineamenti di facciata, particolari decorativi e ornamentali, ecc. *(Figg. 7 e 8)*.

L'operazione complessiva ha richiesto: per il rilievo (strumentale e diretto) circa 50 ore compreso i trasferimenti sul luogo (squadra formata da tre unità); per la restituzione grafica circa 30 ore a unità (squadra formata da due unità).

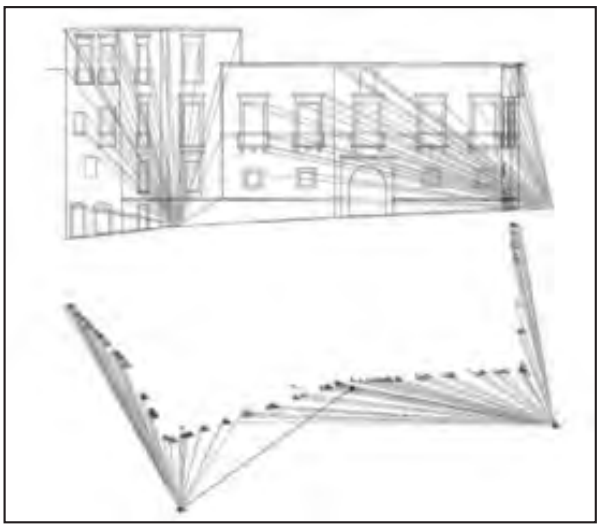


Fig. 8. Restituzione dei punti battuti.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fasi operative

Planimetrie:

1) Reperimento (in archivio) di documentazioni grafiche esistenti;
2) Primi sopralluoghi e formazione di eidotipi per ogni livello (sul luogo);
3) Numerazione di tutti gli ambienti e preparazione (in studio) di tre eidotipi:
   a) eidotipo topografico relativo al rilievo strumentale,
   b) eidotipo di rilievo fotografico,
   c) eidotipo di rilievo filmico
4) Progetto del rilievo topografico (in studio)
5) Rilievo topografico (sul luogo) con la stazione totale
6) Restituzione del rilievo topografico (in studio)
7) Rilievo planimetrico diretto (sul luogo) di tutti gli ambienti e riporto dei dati planimetrici ed altimetrici sul relativo eidotipo
8) Restituzione grafica (in studio) delle planimetrie ai vari livelli

Prospetti:

1) Formazione di eidotipo di prospetto a partire dalle planimetrie e dalla documentazione fotografica (in studio)
2) Rilievo topografico e diretto dei prospetti (sul luogo)
3) Restituzione grafica (in studio).

Si è fatto ricorso in ultimo all'utilizzo di un laser scanner (modello Cyrax 2500 della Leica) per il rilievo, in successione, del portale di ingresso al palazzo, dell'androne con la volta a vela lunettata, dell'atrio, del piano terra della loggia rinascimentale e del relativo bassorilievo.
Il laser scanner è stato in grado di restituire, sottoforma di "nuvola di punti", informazioni metriche tridimensionali delle superfici collimate.
L'acquisizione di milioni di dati, in maniera oltretutto molto rapida, pone al nostro esame due aspetti fondamentali:
1) da un lato l'analisi morfologica delle superfici rilevate,
2) dall'altro la possibilità di archiviare informazioni vir-

Fig. 9. Posizionamento dei target per il rilievo.

Fig. 10. Scansione del Fregio

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

tuali che presentano una fedele corrispondenza con gli spazi architettonici rilevati, riferiti ad un preciso momento storico che è appunto quello del rilievo.

Tale esperienza si è ritenuta importante in quanto per la rappresentazione di un modello complesso, sia per l'articolazione degli spazi che per l'apparato decorativo, sono necessari una quantità di dati scientificamente verificati che non richiedano successivi approfondimenti.

Si configura, in tal modo, una immagine virtuale che assume le sembianze di una fotografia tridimensionale, in quanto rappresenta la realtà superficiale del costruito architettonico.

Metodologie di rilievo con laser scanner

La scansione delle superfici degli ambienti rilevati ha automatizzato il processo di misura di una sequenza di punti per i quali sono stati definiti i "valori di intervallo di rilievo" mediante l'impostazione di un "passo di griglia".

Il passo di griglia utilizzato varia, a seconda delle situazioni, da un minimo di 2 mm a un massimo di 10 mm.

Le scansioni, condotte dai 5 punti di stazione, nella fase conclusiva sono state interpolate; ogni scansione, infatti, non è in grado di "coprire" tutte le superfici degli ambienti e ne sono pertanto necessarie diverse per ottenere un modello tridimensionale di definizione complessiva degli spazi rilevati.

Fasi operative

1) progetto del rilievo topografico strumentale per l'individuazione dei punti di stazione (in studio); individuazione e verifica della zona da rilevare attraverso una foto scattata dallo strumento (sul luogo);
2) apposizione sulla parete di "target" per la successiva

Fig. 11. Acquisizione della nuvola di punti.

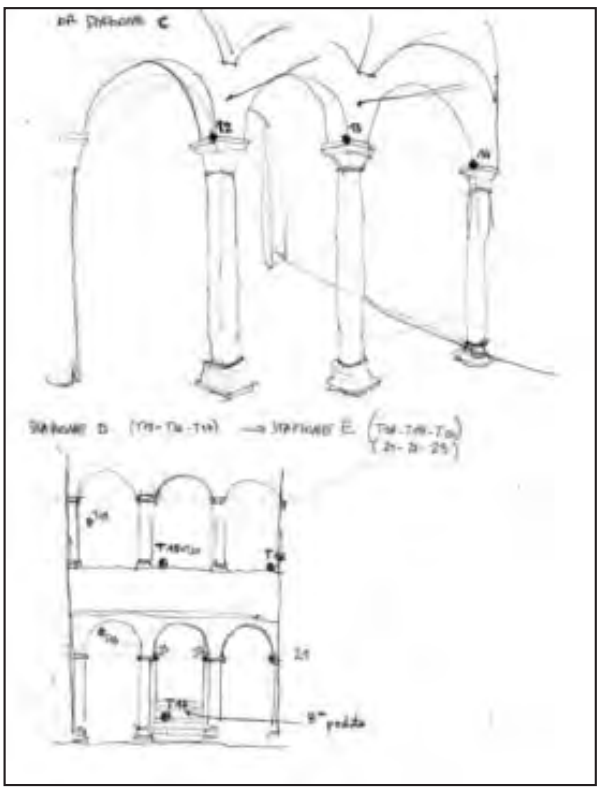


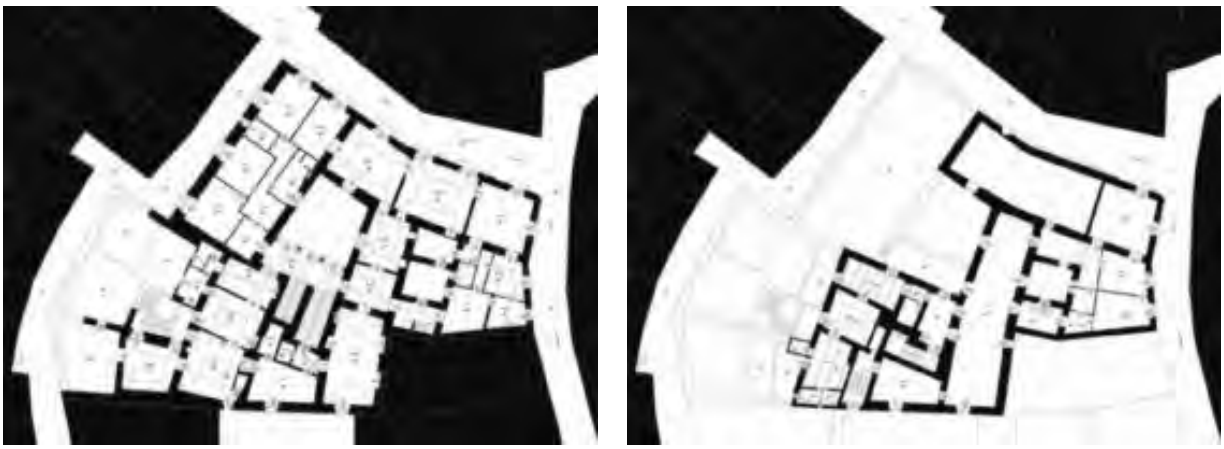
Fig. 12. Eidotipo di rilievo dei target e di altri punti notevoli con stazione totale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

interpolazione delle scansioni (sul luogo) *(Fig. 9)*;
3) scansione della porzione di spazio da rilevare dal punto di stazione (sul luogo) *(Fig. 10 e 11)*;
4) seconda scansione della porzione non coperta dalla scansione precedente da un differente punto di stazione (sul luogo);
5) rilievo contemporaneo dei "target" con stazione totale, per poter successivamente georeferenziare il rilievo (sul luogo) *(Fig. 12)*;
6) interpolazione dei dati acquisiti (in studio).

I disegni ottenuti dal rilievo strumentale e diretto evidenziano ed esaltano, attraverso la riduzione in convenzioni grafiche delle caratteristiche spaziali dell'edificio, le relazioni tra gli elementi costitutivi dello spazio che, nella loro codificazione bidimensionale sul foglio da disegno, divengono degli efficaci modelli interpretativi della realtà. Le planimetrie sono dotate di una immediata capacità di trasmettere tutti i dati delle geometrie degli ambienti; le quattro piante redatte assumono la stessa valenza di un modello virtuale dell'organismo architettonico, essendo possibile lo studio contemporaneo dei dati planimetrici e di quelli altimetrici. La pianta diviene il mezzo con il quale è possibile analizzare l'edificio attraverso la sua scomposizione e la rappresentazione dei suoi elementi.
La documentazione informatica, ottenuta mediante il

Figg. 13-14: Restituzione del rilievo di Palazzo Sylos-Vulpano - Piante piano interrato e piano terra.



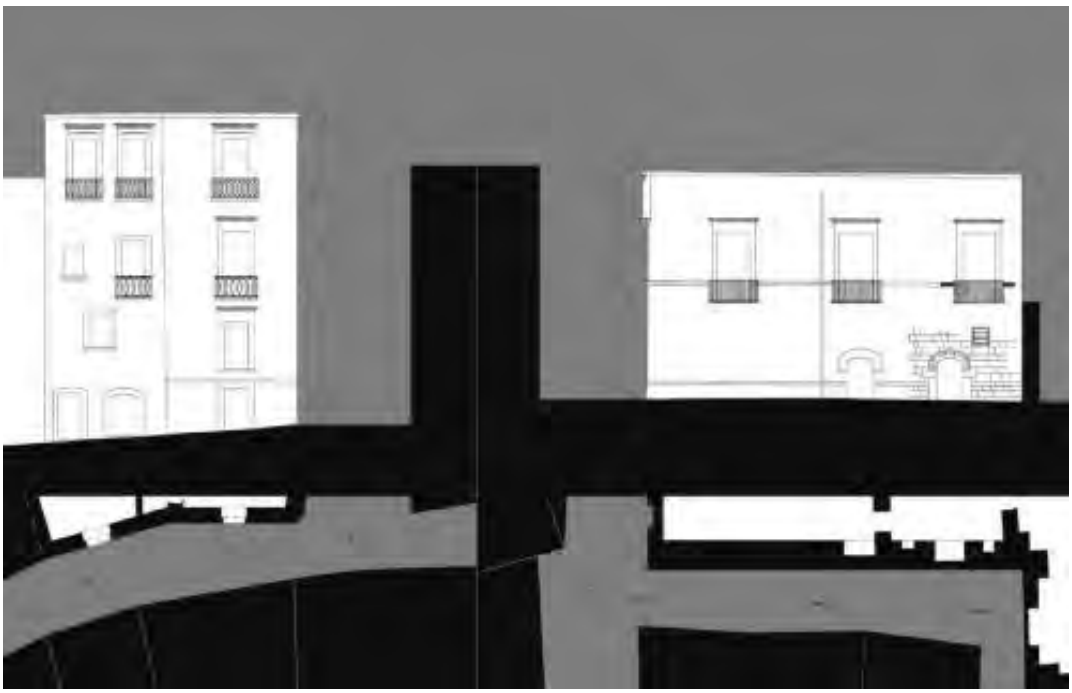
Figg. 15-16: Restituzione del rilievo di Palazzo Sylos-Vulpano - Piante piano primo e piano secondo.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

rilievo con il laser scanner, assume invece il ruolo di modello "grafico - virtuale" di comprensione, essendo composto da un insieme di dati legati fra loro dalla stessa legge che li regola nella realtà. Si costruisce, pertanto, un'analogia atta ad evidenziare le leggi che regolano l'intera organizzazione degli spazi oggetto del rilievo.
L'utilizzo di questo modello come supporto alla individuazione puntuale degli interventi (protezione, pulitura, consolidamento o, più banalmente, semplice archiviazione dello stato di fatto) costituisce l'esito delle differenti fasi e dei differenti contributi interdisciplinari.
La conclusione della ricerca sarà data dall'aver reperito e consegnato insieme, elementi tali da poter permettere di restituire l'integrità dell'intero edificio.
Tale esito costituisce un avanzamento del livello della programmazione economica o del supporto all'attività ordinaria di cantiere per gli artigiani che vi dovranno intervenire.

Figg. 17: Restituzione del rilievo di Palazzo Sylos-Vulpano - Prospetto su via A. Planelli.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT



Figg. 18: Restituzione del rilievo di Palazzo Sylos-Vulpano - Prospetto su via S. Lucia e scesa S. Francesco.

Figg. 19: Restituzione del rilievo di Palazzo Sylos-Vulpano - Sezione longitudinale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

1.3 L'EDIFICIO: IMMAGINI, FORME, STORIA

1.3.1. L'EDIFICIO E LA CITTÀ.
G. ROSSI.

Palazzo Vulpano Sylos è ubicato nel centro storico di Bitonto, tra la Cattedrale e la chiesa di San Francesco, nello stesso isolato in cui si trova la chiesa di San Luca, compreso tra le vie Antonio Planelli (ex via Santa Barbara), via San Luca, vico San Luca e discesa San Francesco.
Una prima analisi dell'edificio è stata effettuata sulla base della cartografia esistente. Dalla planimetria catastale si evince che la proprietà è delimitata da un confine rettilineo, in realtà, un'altra particella catastale, occupata da un edificio con facciata a bugne di pietra, spezza la linea di confine in tre tratti. Dal rilievo aereofotogrammetrico si deduce, inoltre, che l'area di sedime è interessata da una forte pendenza che va da nord-est a sud-ovest, notazione importante per l'interpretazione delle fasi costruttive del palazzo. Come si vedrà in seguito (cfr. contributo 1.3.4), all'interno del complesso di fabbriche che compongono il palazzo, sull'angolo tra via Planelli e discesa San Francesco, è ubicata una casa-torre medioevale. La presenza di questa costruzione potrebbe aver avuto un ruolo significativo nello sviluppo del tracciato urbano di collegamento tra porta la Maia e vico San Luca. La casa a torre è oggi poco riconoscibile, essendo stata oggetto di trasformazioni, a seguito dell'accorpamento all'edificio principale e del rifacimento dei prospetti.
La serie di edifici di particolare qualità architettonica, risalenti al XVI secolo, che si affacciano su via San Francesco, fanno apparire questo asse viario come un intervento urbanistico unitario.
Degno di nota è, infatti, il vicino palazzo appartenuto anche esso ad un ramo della famiglia Sylos, come è evidente dallo stemma posizionato a sbalzo sul cantonale. La data 1586 posta sulla chiave del portale archivoltato, l'integrità della facciata con la classica disposizione delle finestre al di sopra della cornice marcapiano, il rifacimento della contigua chiesa di San Luca nel 1866 sull'impianto di un edificio più antico, probabilmente medioevale, sono tutti elementi utili, e per il riconoscimento delle diverse fasi dell'impianto urbano, e quali termini di confronto con Palazzo Vulpano-Sylos nella fase precedente alle trasformazioni.
Dall'esame di questi elementi si può ipotizzare che l'intero isolato, fatta eccezione dell'area della chiesa, potesse essere stato sin dall'origine di proprietà delle famiglie Vulpano e Sylos.

Fig. 20. Comune di Bitonto - Estratto di mappa catastale.

1.3.2 L'EDIFICIO: DESCRIZIONE, FORMA, TIPOLOGIA, CONFRONTI.
G. ROSSI.

La mole austera, severa, rigidamente simmetrica del fronte principale di Palazzo Vulpano, la fascia basamentale bugnata delimitata da una pronunciata modanatura, il portale catalano durazzesco, l'assenza di aperture a livello stradale, sono tutti elementi che rimandano

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

immediatamente a modelli di palazzi rinascimentali. Sembrano confermare questa prima intuizione il susseguirsi degli spazi portale - atrio - cortile scoperto e lo splendido loggiato riccamente decorato attraverso il quale si raggiunge lo scalone per l'accesso ai livelli superiori.
Nonostante questa apparente unità ed i caratteri monumentali della facciata e del cortile, Palazzo Vulpano è un'insieme piuttosto disorganico di fabbriche; un'analisi più attenta della facciata e dell'impianto planimetrico lascia trapelare, nella veste indubbiamente rinascimentale, una maggiore complessità che le vicende storiche e il riconoscimento delle fasi costruttive ci aiutano a chiarire.
L'analisi più attenta dei fronti consente, infatti, di riconoscere nel flesso in facciata la presenza di un allineamento, determinato probabilmente da antiche preesistenze. La porzione del fronte posta nella parte terminale di via Planelli risulta essere leggermente arretrata rispetto al resto della facciata e presenta connotati architettonici differenti a quelli rinascimentali quasi nel tentativo di sminuirli e non alterare così la simmetria della facciata cinquecentesca.
Questa porzione ha di fatto una veste sostanzialmente ottocentesca e si sviluppa inoltre per un livello più in alto sovrapponendosi in parte al fronte antico.
Il sistema della aperture al primo livello, dall'osservazione più attenta dell'apparato decorativo delle cornici, sembra essere stato alterato dalla trasformazione delle finestre in porte-finestre e dall'aggiunta di balconi su mensole. Queste modifiche hanno determinato la frammentazione, rendendo anche meno riconoscibile la linea della cornice marca-davanzale che originariamente segnava orizzontalmente in maniera più evidente l'intera facciata.
La forma trapezoidale irregolare del cortile, la asimmetrica disposizione dei vani che vi si affacciano, la vera di un pozzo parzialmente inglobata nella muratura, lasciano intuire la presenza di differenti allineamenti e preesistenze tra le quali il palazzo rinascimentale si è insinuato ricucendo le varie murature con una nuova veste. Si rimanda a questo punto ai paragrafi successivi che, con un'indagine più attenta delle fonti storiche, hanno delineato una più chiara cronologia (cfr. contributo 1.3.3) e, attraverso la lettura delle diverse tessiture murarie, hanno individuato possibili ipotesi sulle principali fasi costruttive e aggregative (cfr. contributo 1.3.4).
Per descrivere Palazzo Vulpano si è scelto, data la complessità che caratterizza l'edificio, di procedere alla descrizione per singoli livelli; risulta infatti difficile, prima di esaustive indagini sulle tessiture murarie e sugli apparati decorativi, individuare nuclei aggregativi in qualche modo autonomi e descrivibili in maniera separata rispetto l'intero. Si riconosce tuttavia nella direttrice nord/est-sud/ovest, costituita dalla sequenza portale, atrio coperto, corte, loggiato e scala, un elemento di divisione del corpo edilizio; è stata pertanto abbinata alla descrizione per livelli una descrizione tra gli ambienti posti da un lato o dall'altro dell'asse penetrativo.
Il palazzo si sviluppa su quattro distinti livelli il primo dei quali parzialmente interrato si articola, rispettando l'orografia del nucleo antico, interamente sul lato orientale del palazzo. L'accesso al palazzo è consentito dai livelli parzialmente interrati su strada San Francesco, dal portale catalano-durazzesco su via Planetti e da una serie di accessi, la maggior parte dei quali oggi murati, su vico San Luca.

Livello seminterrato

Questo livello si compone di una serie di ambienti coperti tutti da volte a botte, disposti su differenti piani. E' possibile accedervi esternamente dal n.17 e dal n.15 di via San Francesco, aperture che immettono rispettivamente nei vani I.4 e I.3 collegati tra loro dal vano scala I.5. Dallo stesso vano scala si può raggiungere l'ambiente I.6 più interno e privo di aperture. Un'ulteriore apertura, senza numerazione civica, su via San Francesco consente di raggiungere i vani I.1 e I.2 sottoposti rispetto al piano stradale di 9 gradini, lo stesso dislivello collega questo ambiente al contiguo ambiente I.3, luogo in cui sembrano riconoscersi elementi medievali che lasciano intravedere ipotesi interessanti su cui altri autori si soffermeranno in seguito. Dallo stesso vano I.3 è possibile raggiungere gli ambienti più interni I.7, I.8 e I.9 anche questi leggermente sottoposti e privi di aperture ad eccezione dell'ultimo che si affaccia su spazi scoperti di altra proprietà.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Ancora al livello interrato è ubicato uno stretto locale accessibile dall'atrio principale del palazzo e costituito dal vano sottostante la prima rampa di scale di accesso ai livelli superiori.

Livello portone-atrio-loggiato

E' il livello dell'accesso principale che avviene dal portone su via Planetti, essendo oggi murate le aperture su Vico San Luca. E' possibile raggiungere questo livello anche dal piano interrato attraverso il vano scala I.5 precedentemente descritto.

Oltrepassato il portone si accede al vano dell'atrio, coperto da una volta a vela lunettata fortemente ribassata (II.16) posta su mensole decorate e caratterizzata dalla presenza a rilievo ed ad affresco delle insegne nobiliari. Oltrepassato un arco su semicolonne e capitelli si accede all'atrio scoperto (II.15) su cui si affaccia la loggia rinascimentale riccamente decorata, sorretta da quattro colonne che ripartiscono lo spazio sottostante in tre campate coperte da volta a crociera.

Sul lato occidentale della corte trova collocazione in una rientranza la citata vera di un pozzo parzialmente inglobata nella muratura. In posizione antitetica rispetto l'ingresso, ma non perfettamente in asse, ed in corrispondenza della campata centrale del loggiato è collocato lo scalone di accesso ai livelli superiori coperto anch'esso da volte a crociera rampanti (II.38).

Gli ambienti a piano terra, ad occidente dell'asse di ingresso, prospicienti via Planelli e vico San Luca (II.36 e II.35) sono oggi accessibili unicamente dall'atrio attraverso una ampia apertura ad arco ribassato e da una più piccola posta nella loggia. Il primo ambiente (II.36) in posizione d'angolo è coperto da una grande volta a botte disposta parallelamente all'atrio d'ingresso, il secondo (II.35), collegato al precedente da una piccola apertura, è coperto con una volta a vela lunettata. Gli ambienti più interni del lato occidentale hanno accesso e dal vano II.35 e da un'apertura posta sempre nel loggiato (II.14). Un apertura ad arco ribassato, attualmente murata consentiva l'accesso diretto a questi ambienti dal vicolo.

L'ambiente II.29 si sviluppa parallelamente e per tutta la lunghezza della rampa di accesso al primo piano ed è coperto da una unica volta a botte su cui si innestano lunette su pilastri. Da questo ambiente (II.29) si raggiunge un ulteriore vano ricavato sotto la rampa (II.37). Entrambi i locali (II.37 e II.29) sono illuminati da due aperture che si affacciano su uno spazio scoperto di altra proprietà. Ancora dall'ambiente II.29 e dal descritto ambiente II.35 si accede ad un gruppo di ambienti (II.30, II.31, II.32, II.34) collegati tra loro e coperti da volte a

Fig. 21. Pianta piano interrato.

Fig. 22. Pianta piano terra.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

crociera. La volta a crociera del vano II.31 è parzialmente crollata. Nel vano II.34, il pozzo luce, è ricavata una rampa che consente di raggiungere il livello superiore. Nell'ambiente II.32 una muratura in tufo di recente fattura divide l'ambiente voltato. Collegato ai vani II.32 e II.34 è il locale II.33 coperto da una ampia volta a botte e in posizione leggermente sottoposta rispetto agli attigui ambienti. Anche questo ha accesso da vico San Luca il cui piano stradale è in posizione sopraelevata rispetto al piano del pavimento.

Gli ambienti posti sul lato orientale del sistema portone, atrio, loggia, scala, hanno un orientamento differente rispetto a quelli del lato opposto. In particolare l'ambiente immediatamente a sinistra dell'atrio coperto (II.19) e da questo accessibile, presenta una copertura del tutto simile a quella dell'atrio stesso, una volta a vela lunettata, e si dispone secondo l'allineamento determinato dal flesso della facciata. Contigui a questo e prospicienti la facciata principale sono i locali II.20 e II.21 separati tra loro da un ampio arco. Più interno al locale II.19 è il vano II,18 con accesso dall'atrio, un piccolo ambiente coperto da una volta a botte, che distribuisce un gruppo di locali (II.22, II.23, II.24, II.25, II.26, II.27) che si sviluppano intorno al pozzo luce (I.5) in cui trova collocazione una rampa di scale che collega il livello principale al piano seminterrato. Sempre con accesso dall'atrio scoperto, da una apertura posta in corrispondenza della campata orientale del loggiato c'è il locale II.17, coperto da una volta a vela lunettata, questo ambiente consente di raggiungere il locale II.28 coperto da due grandi volte a crociera poste su pilastri.

Primo livello

Al primo livello, come abbiamo visto, si accede e dalla rampa principale posta in corrispondenza della campata centrale del loggiato (II.38) e dalla scala ricavata nel pozzo luce II.34.

Percorse completamente le due tese di scale (II.38 e III.41) si raggiunge il pianerottolo del primo piano coincidente con il primo livello della loggia (III.42) ripartita, come al livello terreno, in tre campate anche qui coperte da volte a crociera.

Da questo pianerottolo si ripartiscono una serie di aperture una delle quali consente l'acceso al lato occidentale del palazzo quello posto ad angolo tra via Planelli e vico San Luca. Quello che doveva essere un ampio salone, oggi risulta tramezzato è trasformato in un appartamento (III.43). Sullo stesso lato ma nella parte più interna si trovano un serie di ambienti di dimensioni più piccole (III.57, III58, III.63, III.62), coperti da volte a schifo e rag-

Fig. 23. Pianta primo livello.

Fig. 24. Pianta secondo livello.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

giungibili anche dalla scala posta nel pozzo luce II.34. Questi locali sono illuminati da aperture prospicienti le terrazze sulle quali in precedenza erano ricavate alcune superfetazioni oggi in gran parte rimosse.
Si accede alla porzione orientale di questo livello attraverso un ulteriore apertura posta nel loggiato in prossimità della rampa di arrivo al piano. Una sequenza di ampi vani (III.46, III.45, III.44) coperti da volte a schifo sono disposti in corrispondenza del prospetto principale, il primo dei quali sopra l'atrio d'ingresso. Altri tre locali (III.52, III.53, III.54) coperti anch'essi da volte a schifo ma di dimensioni più piccole sono disposti parallelamente alla scala. L'ultimo di questi (III.54), il più grande, si affaccia su di un'area scoperta di altra proprietà e consente l'accesso ad una serie di ambienti più piccoli, in posizione sopraelevata, ricavati in corrispondenza del pianerottolo intermedio tra le due tese di rampe della scala principale (III.55, III.56).
Dal secondo di questi ambienti (III.56) percorrendo un ulteriore scala di modeste dimensioni si accede all'ultimo livello. Dal vano III.53 si accede inoltre ad una serie di ambienti più piccoli (III.47, III.48, III.49, III.50, III.51) disposti intorno al pozzo luce (I.5) e fronteggianti strada San Francesco.

Secondo Livello
Al secondo ed ultimo livello si accede, e proseguendo la scala principale con accesso dal loggiato (III.42) e attraverso la scala (IV.80) posta negli ambienti ricavati sul pianerottolo tra il livello terreno e il primo livello (III.56).
La prima rampa consente l'accesso al settore occidentale la cui distribuzione ricalca la disposizione del piano sottostante anche se gli ambienti sono più recenti.
La seconda rampa invece consente l'accesso al settore orientale che si compone di un gruppo di ambienti coperti da solai di recente fattura (IV.76, IV.77, IV.78) che si affacciano sui sottostanti ambienti prospicienti vico San Luca.

1.3.3. Cronologia.
A. Macino, V. Castagnolo

Le notizie storiche riportate nella seguente cronologia sono desunte dalla consultazione di documenti e testi provenienti dalla Biblioteca Comunale di Bitonto e dall'Archivio di Stato di Bari, e di articoli forniti dall'ispettore onorario Antonio Castellano.

XII/XIII sec.
1156. Per sfuggire alle devastazioni di Guglielmo il Malo, giunge a Bitonto Goffredo Vulpano, capostipite della famiglia.
A questa epoca probabilmente risale il primo nucleo abitativo dei Vulpano, una casa torre medioevale situata tra via Santa Barbara, attuale via Antonio Panelli, e discesa San Francesco.

1445
A parere dello storico Francesco Carabellese[1], in questa data il palazzo è già in costruzione, come attesta un documento riferito ad un debito contratto dal notaio ANGELO DE VULPANO con un tale maestro PIETRO DI GIOVANNI, carpentiere o scalpellino di Bari[2].
Si può presupporre che il probabile artefice dell'edificio sia il mercante-artista lombardo Mastro Matteo, già attivo a Bitonto dal 1470, ove risiede dal 1474 nel recinto di San Luca, poiché nel Palazzo si ritrovano ricorrenti riferimenti all'arte lombarda, nello specifico a quella dello scultore e architetto Amadeo[3].

1486
Giovanni Pasquale Vulpano è fra i cittadini di Bitonto inviati dall'Università a Napoli per chiedere che la città fosse liberata dalla sudditanza del conte Acquaviva e dichiarata regio demanio.

1495
8 gennaio: da documenti notarili risulta l'esistenza di rapporti fra i VULPANO e lo scultore NUZZO BARBA di Galatina[4], il quale probabilmente si occupa della realizzazione di due statue presenti sulla facciata del Palazzo, le quali rivelano chiare affinità di stile con quelle di S. Maria dell'Isola di Conversano, già realizzate dall'artista.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

L'attribuzione del fregio a Nuzzo Barba risulta piuttosto controversa in quanto la sua fattura, secondo un'ipotesi di O. Spagnolo[5], rivela un'arte più matura e più aulica di quella prodotta dal Barba; di contro, per A. Castellano[6], un'attenta lettura del partito decorativo rivela la compresenza di tempi e mani diverse, non escludendo del tutto l'intervento dell'artista salentino.

1500

La data di un'epigrafe, incisa sulla porta d'ingresso degli ambienti al piano primo, sposterebbe la data di fondazione al 1500. Essa cita i due fratelli LEUTIUS e IOHANNES PASCALIS DOCTORES CLARISSIMI quali fondatori del palazzo[7] *(Figg.* 25,26,27).

1501

Si completa la parte decorativa del prospetto verso nord, di quella che era la vecchia casa dei Vulpano. A questa parte più antica vengono aggiunti il corpo che racchiude l'androne, l'atrio ed il pronao antistante la scala[8].

1502

Data di un'altra epigrafe inserita nel fregio della loggia, che reca l'insegna della famiglia VULPANO (volpe con libro fra le zampe e gigli angioini) - la cui esistenza fu caratterizzata da intense relazioni commerciali con altre importanti famiglie italiane - e quella della famiglia SYLOS, di origine spagnola[9] *(Figg.* 28 e 29).
Intorno a questa data Diego Sylos, di Burgos, giunge in Italia a Reggio Calabria e si stabilisce, in seguito, a Bitonto.

1520

La cappella patrizia, dedicata a S. Michele Arcangelo e "l'ala a sguancio su via Panelli", non sono ancora terminate.
Il documento del notaio Pascarello Russis di Bitonto, trascritto da E. Rogadeo, testimonia che, in quest'anno,

Figg. 25, 26, 27: Epigrafe, incisa sulla porta d'ingresso degli ambienti al piano primo.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Virgilio Vulpano dona a suo figlio chierico Leucio un chiuso di mandorlo a luogo Serra de lo Chiancone, riservandosi l'uso della terra rossa per completare la fabbrica del suo palazzo e della cappella[10].

1530

Matrimonio tra Minerva Vulpano e Diego Sylos[11], da cui nascono cinque figli: Michele, Giannalfonso, Nicolantonio, Leonardo e Orazio.
Lo stemma dei Sylos accanto a quello dei Vulpano, sul fregio decorativo del loggiato, sposterebbe la datazione del fregio a tale periodo.

1557

11 gennaio: Diego Sylos fa testamento per Notar Vito Madio di Bitonto.[12]

1577

Morte di Minerva Vulpano. Il testamento per Notar Madio è datato 23 maggio 1577.
La proprietà dei Vulpano è composta dall'edificio che si sviluppa intorno all'androne e, a sud, dal giardino ad esso pertinente, il cui muro di cinta su vico San Luca è tutt'ora visibile.
Il giardino prosegue fino a discesa San Francesco ed un altro muro di cinta lo delimita fino al ciglio sud di via Santa Barbara. Una stradella, secondo un'ipotesi di Luigi Sylos[13], conduce da via santa Barbara al giardino interno, attraverso un portone carraio non più esistente inserito nel suddetto muro di cinta.
Nella divisione dell'eredità Vulpano, il giardino viene attribuito ad Orazio Sylos, che ne occupa una parte costruendone una abitazione prospiciente la discesa San Francesco.
La stradella viene attribuita a Leonardo Sylos che edifica un'altra abitazione, adiacente al lato est del Palazzo Vulpano e al lato nord della casa di Orazio.

1608

La famiglia Sylos si imparenta a quella dei Labini.
Lo stemma della famiglia Sylos Labini appare sui pannelli scultorei alle estremità del fregio del loggiato. Vi sono rappresentate coppie di angeli reggenti lo stemma, la cui forma seicentesca fa presupporre che siano stati collocati in epoca successiva a quella del fregio rinascimentale[14].

XVII sec.

Le finestre del piano nobile, in origine alla romana, vengono modificate con l'aggiunta di balconi su mensole[15], ad eccezione della finestra collocata verso l'inizio di via Santa Barbara che, si ipotizza sia stata realizzata ex-

Figg. 28, 29: Epigrafe inserita nel fregio della loggia che reca l'insegna della famiglia VULPANO.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

novo, contemporaneamente a questa parte della facciata.

XVII sec.
Vendita della casa di Leonardo Sylos alla famiglia Monserrato, come attestano i documenti custoditi presso la parrocchia di San Luca[16].

1728-43
Il palazzo appartiene ancora ai Sylos, come attestano i Catasti onciari di questi anni[17].

1783
Morte di Teresa Monserrato, ultima discendente della famiglia. Gli eredi vendono la casa Monserrato a Giovanni Sylos, che la aggrega nuovamente a Palazzo Vulpano mediante opere di adattamento.

1799
Giovanni Sylos, Capitano di Cavalleria a Napoli, tiene in mano le redini di Bitonto durante l'anarchia. Poiché a Giovanni viene attribuito il nome di "il Capitano", anche la strada sulla quale si affaccia il Palazzo viene per lungo tempo indicata con lo stesso appellativo.

1859-1860
Vengono terminati i lavori di sopraelevazione e la realizzazione della scala, come risulta da una lapide murata collocata sul pianerottolo di riposo tra il primo ed il secondo piano[18] *(Figg.* 30 e 31).

XX sec.
Durante gli anni '50 gravi dissesti compromettono la stabilità della costruzione[19].

1958
Per ingiunzione del Comune a causa del cedimento e della rotazione della facciata laterale, vengono eseguiti lavori di demolizione dell'area Nord-Ovest prospiciente vico San Luca, richiesti dal Genio Civile ed autorizzati dalla Soprintendenza ai Monumenti.

1961
Progetto di restauro ad opera degli ingg. G. Lovascio e R. Lauta. I lavori consistono in:

Figg. 30: Lapide collocata sul pianerottolo tra 1° e 2° piano.

Figg. 31: Scala tra il primo ed il secondo piano.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

- consolidamento dei solai dei piani superiori mediante cordoli in conglomerato cementizio armato;
- restauro degli intonaci;
- sostituzione del pavimento dell'androne, ridotto in pessime condizioni dal deposito di traini, dai fuochi, dalla spaccatura della legna;
- rimozione degli stucchi dagli stipiti, dai capitelli, dalle colonne e dalle volte.

Non viene approvato, tuttavia, un progetto che prevede la rimozione dei balconi posticci sulla facciata al fine di ripristinare l'aspetto originale.

1979

Il Palazzo risulta disabitato.

1980

La Soprintendenza ai Monumenti approva il progetto di restauro (prot. 4021 del 22/9/80) redatto dall'arch. A. Ambrosi e dall'arch. F. Carbone.

1990

Realizzazione dei lavori di manutenzione straordinaria, autorizzati nel 1980 dalla Soprintendenza, consistenti in:

- demolizione di parti pericolanti del fabbricato;
- rinforzi di murature;
- sistemazione di intonaci.

Non vengono effettuati i lavori per il ripristino dell'assetto originario delle aperture del primo piano.

1987-1991

Sfregi e furti interessano il bassorilievo del loggiato, lo stemma di casa Vulpano, il pozzo del cortile e le statue a mezzobusto addossate al bassorilievo.

1997

Segnalazioni ad opera dell'Associazione Dimore Storiche Italiane e dalla Lega Ambiente nell'iniziativa Salvalarte, e ad opera del Comando dei Carabinieri nel Censimento di Strutture d'Interesse Storico in Stato di Abbandono sostengono la necessità di un intervento di recupero.

1.3.4. Ipotesi sulle fasi costruttive.
P. Perfido, M. I. Franchino

Da un primo studio delle strutture murarie del Palazzo Sylos Vulpano non è possibile stabilire una cronologia esauriente delle fasi edilizie dell'intero edificio. La complessità delle vicende costruttive, legate a passaggi di proprietà, a successioni ereditarie e unioni matrimoniali è documentata da molteplici fonti di archivio, riportate in sintesi nel precedente paragrafo. Purtroppo non è possibile leggere sulle "pietre" tutte le vicende narrate dai documenti ma si possono individuare alcune fasi importanti e caratterizzanti della vita del Palazzo. L'occasione di poter leggere le tessiture murarie, grazie alla rimozione degli intonaci in gran parte degli ambienti, soprattutto al piano terra e al piano interrato, ci dà la possibilità di avanzare alcune ipotesi. L'accesso al piano interrato, dopo la rimozione dei detriti che ne ostacolavano l'accessibilità, ha portato all'individuazione di strutture murarie antiche ed in particolare di due archi lunati, presumibilmente risalenti alla fase tardo medievale dell'edificio. Questo ci consente di stabilire un termine *post quem* per la datazione delle fasi successive. Gli archi lunati, di pregevole fattura, si inseriscono in una muratura a sacco con paramento murario realizzato in conci di pietra calcarea ben squadrati, ma irregolari nelle dimensioni, che costituisce un fronte unitario sia dal punto di vista tipologico che tecnico-costruttivo; in età più tarda è stata inserita un'apertura architravata che però non ha intaccato la possibilità di leggere chiaramente il fronte dell'ambiente antico. Questo nucleo, che risulta essere il più antico dell'intero Palazzo, è individuabile perfettamente nella sua estensione planimetrica. Le sue tracce sono visibili anche sui prospetti in via Discesa S. Francesco e via Planelli dove sono riconoscibili discontinuità nell'apparecchio murario in coincidenza degli angoli di Nord-Ovest e di Sud-Est dell'edificio medievale. In elevato è possibile leggere il paramento murario antico fino all'attuale copertura.

Questo ci permette di formulare l'ipotesi di essere in presenza di una casa torre medievale inglobata *(v. fig.35 rif. a)* per intero nel palazzo durante le trasformazioni di epoca successiva. Di fronte alla struttura descritta abbiamo un altro "resto" medievale *(v. fig.35 rif. b)*, certa-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

mente risalente allo stesso periodo. Anche in questo caso le tracce sono date da due archi lunati. Di questi, uno è senz'altro un'apertura di accesso ad un'abitazione o comunque ad un vano coperto; l'altro, data la maggior dimensione, potrebbe essere un arco di passaggio urbano su cui sorgeva una casa torre. Un esempio di questo tipo è presente in prossimità di Palazzo Vulpano Sylos in via S. Lucia. E' interessante a riguardo un raffronto fra l'apparecchio murario e la disposizione dei conci della ghiera di questo arco con i resti di quello visibile all'interno del Palazzo. Vi sono forti analogie costruttive e dimensionali che ci possono indurre ad avanzare l'ipotesi di una sincronia tra le due opere.

Purtroppo non si possono aggiungere ulteriori considerazioni: le murature in cui si aprono gli archi sono state fortemente alterate dalle trasformazioni che questa porzione dell'edificio ha subito a più riprese ed in epoche diverse. Anche la possibilità di leggere la trama della muratura, grazie alla rimozione degli intonaci, non fornisce maggiori indicazioni. Infatti non si riescono a cogliere i limiti della struttura antica né a comprenderne la tipologia. In tutti i casi l'orientamento planimetrico delle strutture medievali, individuato con chiarezza, ha fortemente segnato quello di tutto il lato N-E del palazzo.

L'organizzazione degli spazi della porzione di Nord-Ovest di Palazzo Vulpano Sylos viene determinata, invece, dalla presenza di un ampio ambiente (10,50 x 6,50 m.) che oggi vediamo coperto da una volta in tufo di epoca più tarda *(Fig. 32 e fig.35 rif. c)*.

Non è possibile fare ipotesi sicure su questo ambiente ma dalla lettura dei documenti di archivio sappiamo della presenza di corpi di fabbrica, in origine separati, che vengono unificati. Probabilmente siamo in presenza della parte basamentale del Palazzo costruito ai primi del XVI sec., forse le stalle e i locali di servizio stando a quella che è la tipologia ricorrente nei palazzi rinascimentali a Bitonto e più in generale in Terra di Bari. Non è presente, inoltre, in questa ala del Palazzo, un livello interrato ma vi sono cisterne molto ampie, realizzate in pietra con tecnica accurata. Possiamo supporre, con questo, che il livello di calpestio attuale sia quello originario essendoci un forte dislivello altimetrico rispetto alla parte medievale che risulta più bassa di circa tre, quattro metri. Questo spiega anche il perché, durante i lavori di unificazione della parte più antica con l'ala cinquecentesca, gli ambienti del piano terra dell'edificio medievale diventano le cantine del palazzo.

Evidenziando sulla pianta dell'edificio attuale le parti medievali descritte in precedenza e i locali di N-O notiamo come l'atrio coperto e la corte interna giochino un ruolo di cerniera nella sistemazione cinquecentesca dell'edificio. Il portale e il fronte del palazzo, di cui si dirà più oltre, vanno a legare due corpi edilizi più antichi in un assetto palaziale unitario e di grande finezza decorativa. Tuttavia, come dicevamo, se proviamo ad osservare le murature che si affacciano all'interno della corte, notiamo una serie di discontinuità e di incongruenze: la vera da pozzo, sulla destra della corte è collocata in una posizione che fa presupporre un suo inglobamento all'interno di una muratura che l'"avvolge" *(Fig. 33)*; l'imposta di destra della ghiera dell'arcone di accesso alla corte è vistosamente riadattata *(Fig. 34)*; la parete di sinistra è il frutto di due fasi successive come è dimostrato dall'osservazione di una delle due finestre che vi si aprono: una, più antica, mostra la parte interna della parete con i resti della struttura in pietra ad arco ribassato della primitiva apertura che aveva la sua quota di calpestio più in basso rispetto al piano attuale.

L'altra, che diviene la "pelle" della corte, si addossa alla muratura più antica e viene ridisegnata nelle quote, negli elementi decorativi e nelle aperture a formare un insieme unitario in cui si mascherano abilmente le molte differenze che caratterizzavano lo spazio originario.

L'interno dei vani a sinistra della corte presenta alcuni motivi interessanti. In primo luogo è il risultato del riadattamento delle parti più antiche dell'edificio e di cui ne è testimonianza visiva uno degli archi lunati di cui si è già detto. Inoltre è leggibile in maniera abbastanza chiara la sequenza con cui le murature si sono addossate le une alle altre. Se partiamo dalle strutture più antiche, che sono quelle della casa-torre e della parete che dà sulla chiostrina in cui si apre l'arco lunato, notiamo subito che le murature che si addossano a queste non sono ammorsate con esse. Vale a dire che sono costruite successivamente e che si poggiano semplicemente ad esse. Questo non esclude che la risistemazione di questa parte dell'edificio sia avvenuta già in epoca antica. Alcuni elementi funzionali (due acquai) presenti in una parete,

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

la struttura stessa delle murature e le tracce delle antiche quote di calpestio ben leggibili ci fanno supporre che questi interventi siano avvenuti probabilmente non più tardi del XV sec. Di epoca più recente potrebbe essere la realizzazione delle volte di questi ambienti (XVI-XVIII sec.) e la realizzazione di nuovi solai a una quota più alta che si è meglio raccordata con il livello di calpestio del resto del palazzo.

Possiamo dire che questa parte dell'edificio è sicuramente quella che presenta più tracce delle vicende che hanno segnato la vita del palazzo. Le murature, una volta liberate dagli intonaci, hanno mostrato tutta la loro complessità e l'apparente unitarietà degli ambienti è stata negata dalla ricchezza delle informazioni "svelate". Non è possibile leggere in altre parti del palazzo le vicende storiche in maniera relativamente chiara come in questa porzione dell'edificio. Nei piani superiori sono leggibili gli ultimi interventi, quelli ottocenteschi, come documentato dalla lapide collocata sulla scala tra il primo e il secondo piano. A questo periodo va ascritto probabilmente anche il rifacimento della parte sinistra della facciata principale (in stile con la restante parte in modo da chiudere in simmetria il fronte e lasciare in un linguaggio "moderno la parte terminale d'angolo). Unico elemento leggibile delle fasi più antiche, nella parte alta dell'edificio, è la sommità della casa-torre medievale, riconoscibile in tutta la sua altezza.

In conclusione possiamo individuare quattro fasi principali nella vita dell'edificio che vanno dal medioevo fino agli inizi del novecento. Un arco cronologico lungo molti secoli che testimonia la ricchezza e l'importanza del Palazzo Vulpano Sylos.

Fig. 32: Ambiente voltato a piano terra del Palazzo.

Fig. 33: Pozzo nel cortile del Palazzo Vulpano.

Fig. 34: Imposta di destra della ghiera dell'arcone di accesso alla corte.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

1.3.4.1 Fasi costruttive

I FASE (XIII-XIV sec.)
Nucleo medievale nell'angolo Nord-Est composto da una casa torre (a) e da altre strutture di più difficile interpretazione (b). Probabile presenza di un altro nucleo antico nell'angolo Nord-Ovest (c).

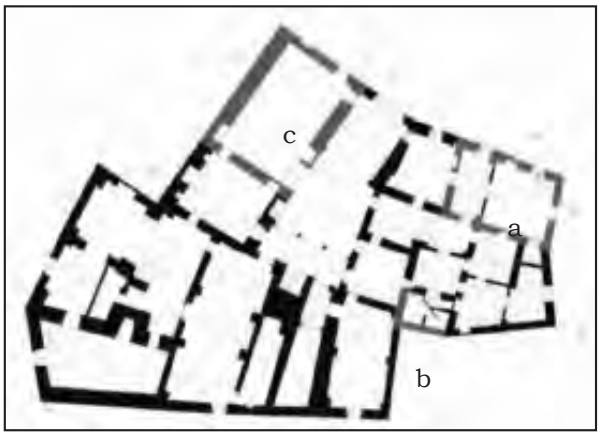


Fig. 35: Prima fase: XIII - XIV sec.

II FASE (XV sec.)
Primi lavori di rifacimento e ampliamento testimoniati dalle murature che si addossano a quelle più antiche e da livelli di calpestio decisamente più bassi rispetto alle quote attuali.

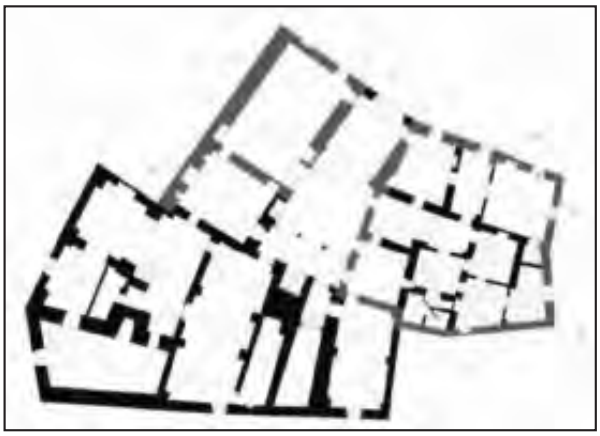


Fig. 36: Seconda fase: XV sec.

III FASE (XVI sec.)
Realizzazione della loggia (1502) e di parte della facciata. Ulteriori lavori che si protraggono per tutto il secolo. La parte meridionale del palazzo non è realizzata, tutta l'area è destinata ancora a "giardino".

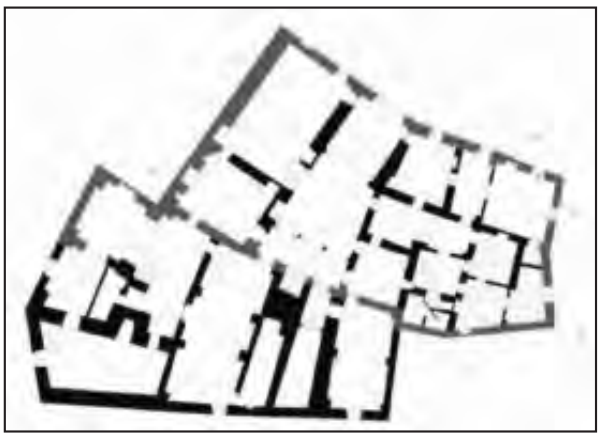


Fig. 37: Terza fase: XIV sec.

IV FASE (XVIII - XIX sec.)
Costruzione, nella parte posteriore dell'edificio, di ulteriori vani che vanno ad intasare il giardino.
"Ammodernamento" della facciata con la trasformazione delle finestre in balconi e, in pieno XIX sec., completamento in "stile" della facciata, sopraelevazione del palazzo e rifacimento della scala.

Fig. 38: Quarta fase: XVIII - XIX sec.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

1.3.5. Il bassorilievo.
A. Macino

Per comprendere il significato della presenza delle particolari figure che compongono il bassorilievo, ornamento del loggiato di palazzo Vulpano, occorre ribadire che le vicende intercorse nei primi del '500 tra gli Angioini e gli Aragonesi, hanno caratterizzato il contenuto della rappresentazione[20].
Si fa riferimento, in particolare, ai rivolgimenti avvenuti a seguito della cacciata degli Angioini dal Meridione d'Italia nel 1503 e alla conquista del Regno di Napoli.
Con l'instaurarsi del predominio spagnolo ha inizio un periodo di civile convivenza, continuamente perseguita da Diego Sylos, con l'intento di riappacificare tutte le popolazioni del meridione.
Si comprende, pertanto, quali ispirazioni di carattere storico e sociale siano a fondamento del bassorilievo. A conferma di ciò le allegorie presenti rievocano da un lato episodi da imitare per il loro carattere positivo, dall'altro inducono a riflettere su vicende da ripudiare, per la loro natura opposta.
L'intento di Diego Sylos è di dare alla narrazione una impostazione sistematica collocando *le singole figure, da un lato e dall'altro del bassorilievo, in posizione simmetrica e contrapposte fra loro per inimicizia o per diversità di volere o di pensare*.

Pannello centrale
(1) STEMMA DI CASA VULPANO. Sull'arme gentilizia della famiglia vi sono raffigurati quattro gigli della famiglia D'Angiò.
(2) APOLLO, dio delle Arti, della Musica, della Bellezza; signore e promotore delle Scienze, dell'Astronomia e di ogni specie del Sapere Umano. È seduto su due cigni con un ramo fiorito.
(3) MARTE, dio della Guerra, brandisce la spada seduto su di un carro.
(4) MERCURIO, dio pagano dei mercanti, protettore dei viaggiatori e dei ladri. Il pètaso alato sul capo e la spada impugnata sono i segni attributivi di questa divinità. Ai suoi piedi è rappresentato un gruppo di cerve che tira il carro di Diana, dea pagana della Caccia. Quest'ultima è rappresentata con l'arco nella mano destra e con una lunga fiaccola nella sinistra.
(5) EPAMINONDA TEBANO (418 a.C.), statista e condottiero che combatté contro Sparta (IV sec a.C.) nella lotta di Tebe per liberare la patria dall'egemonia spartana. È raffigurato al comando del BATTAGLIONE SACRO DI TEBE riprodotto al di sotto del cavaliere.
(6) SCIPIONE L'AFRICANO (235-183 a.C.), grande condottiero e virtuoso uomo politico del mondo Romano, mecenate e letterato. È contrapposto ad Annibale Cartaginese per ricordarne la figura di generale e probo cittadino romano.
(7) ANNIBALE CARTAGINESE (249-183 a.C.), grande condottiero, lottò contro Roma mirando a distruggere la potenza romana durante le guerre Puniche.
Giunse in Italia con uomini ed elefanti, invase le Marche e la Apulia, distrusse Canne (216 a.C.). Lasciò l'Italia per tornare in Africa a difendere Cartagine che tuttavia fu distrutta da Scipione l'Africano. Nel 202 a.C. Annibale venne definitivamente sconfitto da Scipione l'Africano.
(8) PIETRO III IL GRANDE D'ARAGONA (1239-1285), di origine spagnola, contrapposto a Carlo D'Angiò in occasione della insurrezione popolare dei Vespri Siciliani (1282). Fu acclamato Re di Sicilia nel 1285.
(9) CARLO I D'ANGIÒ (1226-1285) capostipite della Dinastia francese degli Angioini, fratello di Re Luigi IX di Francia, disceso in Italia per la conquista del Regno di Napoli su invito del Papa Clemente IV (anno 1266).

Zoccolo
(10) LAPIDE LATINA, epigrafe commemorativa della Famiglia Vulpano. Vi è riportata la seguente iscrizione: "MORE ET VITA CLARA EST ET SANGUINE PROLES VULPANA ET TITULUS FAMA PERENNIUS ERIT FRATIBUS AMBOBUS REGERETUR NOBILE REGNUM IURE ET CENSURA CONSILIS ET FIDE, 1502" (La generazione dei Vulpano è illustre per costume, tenor di vita e discendenza. E l'iscrizione costituirà notizia imperitura che il "nobile regnum" sia stato governato da ambo i fratelli con giustizia e severità di costumi, prudenza e lealtà. 1502).
(11) ABATE LEUCIO, medaglione con l'effige a profilo di Leucio Vulpano "decretorum doctor ad marchionem".
(12) GIOVAN PASQUALE, medaglione con l'effige a profilo di Giovan Pasquale Vulpano "legum doctor".
(13) ARME GENTILIZIE DI FAMIGLIA SILOS, sostenute

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

da putti alati. Fiancheggiano le effigi di Leucio e Giovan Pasquale Vulpano.

(14) ALESSANDRO MAGNO IL MACEDONE (356-323 a.C.), grande condottiero dell'Europa Orientale, il quale, con le sue spedizioni militari, si spinse sino agli estremi limiti dell'India e fu a capo di un impero vastissimo. Una delle più grandi imprese che la storia ricordi fu la sua spedizione contro la Persia (334 a.C.). Sotto il suo governo, con il quale seppe favorire la pace e la concordia, la Grecia visse il periodo del suo massimo splendore.

(15) DARIO PERSIANO (330 a.C.), grande condottiero a capo di un vastissimo impero in Oriente. La sua sete di dominio lo indusse a tentare la conquista della Grecia ma fu sconfitto da Alessandro Magno nella Battaglia di Isso (333 a.C.).

(16) ORFEO, poeta e musico greco, rappresentato con un violino tra le mani a guisa di cantastorie, in uno sfondo pastorale arcadico.

(17) NETTUNO, dio del Mare, fratello di Giove, che con il suo tridente impera su onde e mostri marini. Fu cacciato dal cielo per aver congiurato contro Giove.

(18) TESTE DI GORGONI, soggetti apotropaici tratti dalla mitologia greca.

(19) ANTONINO PIO (138 d.C.), "Pius Felix", imperatore romano di somma probità e virtù. Il suo regno fu caratterizzato da pace, prosperità e benessere.

(20) NERONE (54 d.C.), "Nero Vilis", imperatore romano di estrema cattiveria e crudeltà. Il suo regno fu caratterizzato da atroci persecuzioni contro i Cristiani.

(21) MASCHERONE DECORATIVO, rappresenta due figure pagane, di gusto arcaico.

LISTELLO AGGETTANTE

Vi è riportato il celebre motto di Sallustio: "CONCORDIA PARVAE RES CRESCUNT DISCORDIA MAXIMA DILABUNTUR" (Con la concordia le piccole cose crescono, con la discordia le più grandi cose vanno in rovina).

Specchiature tra ghiere archi

(22) QUATTRO VIRTÙ CARDINALI: PRUDENZA - GIUSTIZIA - FORTEZZA - TEMPERANZA. Medaglioni allegorici in cui sono rappresentati quattro busti di donna, privi di segni attributivi. La loro identità è facilmente determinabile dalla menzione contenuta nella lapide latina al centro dello zoccolo del loggiato ("...regeretur nobile regnum iure et censura consilis et fide").

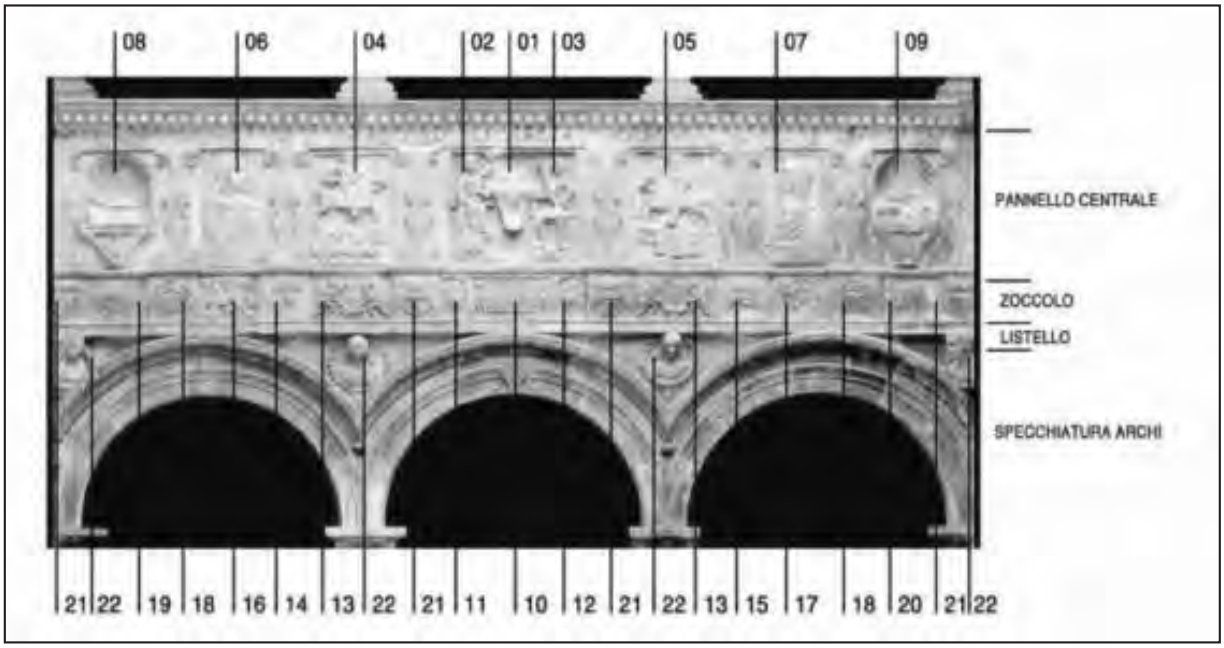


Fig. 39. Vista del fregio

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

NOTE

PARAGRAFO 1.3.3

[1] F. Carabellese, *La Puglia nel secolo XV*, vol. III, [Documenti e monografie per la storia di Terra di Bari,III], Bari, 1901.

[2] Il documento è citato in F. Carabellese, in "Napoli Nobilissima", 1899, vol. VIII.
"MUTUO. Die XXVII mensis mai indictionis Botonti coram iudice Iohanne Nicolai speciarii et testibus videlicet, donno Nicolao Vito Archidiacono, notario Santoro et Angelo Magisteri Dominaci ad hoc vocatis et cetera... Goffridus notarii Angeli de Vulpano de Botonto volontarie obligavit se... magistro Petro de Iohannes caprinterio de Baro presenti et recipienti pro se... dare sibi... per totum mensum octubris... de carlenis argenti boni oncias unam tarenum unum et grana quinque, quam pecuniam prefatus Goffridus debitor confessus est se recepisse et habuisse a supradicto creditore ex causa vari et puri mutui gratis gratia et amore..." (Protocollo di Notaio Pascarello de Tauris di Bitonto, 1445, ac. 27).

[3] O. Spagnolo, *Architettura civile a Bitonto nei sec. XV e XVI*, 1973-74, p. 31-62, tesi di laurea Università di Lecce.

[4] E. Rogadeo, MS A-12, c. 252 tergo, Biblioteca Comunale di Bitonto. In questo documento, un membro della famiglia Vulpano sostiene che il Barba risulti debitore nei confronti di Mastro Loysio de Francavilla di una somma di denaro rinveniente da un alberano.

[5] O. Spagnolo, *op. cit.*.

[6] A. Castellano, *Civiltà del Rinascimento in Puglia - Nuzzo Barba*, ed. M. Liantonio, Palo del Colle (Ba), 1976, pagg. 14-15.

[7] "IN MEMORIAM HUIUS ALME CUI TATIS ANTIQUE VULPANE FAMILIE LEUTIUS VULPANU & IOHANNES PASCALIS FRATRES V I DOCTORES CLARISSIMI HAS EDES CONDIDERE ANNO D. MCCCCC".

[8] L. Sylos, "Bitonto nella storia. Opera postuma ordinata dal figlio Carmine Sylos, in "Botontum", anno II, n. 2, 1970, pp. 1-80.

[9] "MORE ET VITA CLARA EST ET SANGUINE PROLES VULPANA ET TITULUS FAMA PERENNIUS ERIT FRATIBUS AMBOBUS REGERETUR NOBILE REGNUM IURE ET CENSURA CONSILIS ET FIDE, 1502".

[10] E. Rogadeo, MS A 14, v. II, c. 247, Biblioteca Comunale di Bitonto. "Il nobile Virgilio Vulpano di Bitonto cittadino napoletano dona a suo figlio Clerico Leucio Vulpano un chiuso di mandorle al luogo detto "La Serra" de lo chiancone ed altri suoi beni più un sepolcro che fu del q.m Gio de Ferrarsi dicto de Pipello nella Chiesa di S. Francesco iuxsta l'altare degli eredi del q.m Leoparda de Atardis iuxsta l'altare di S. M. Maddalena iuxsta lectoriale ed altri confini. Riservandosi in detta Serra l'uso della terra rossa per completare la fabbrica del suo palazzo e della Cappella di S. Michele Arcangelo".

[11] V. Acquafredda, *Note sull'attività artistica nel '400 a Bitonto* in "Bitonto attraverso i secoli", vol. III, Bitonto, 1937, pag. 215.

[12] E. Rogadeo, M.A. 14, v. II, c. 282, Biblioteca Comunale di Bitonto. "La Mag.ca Minerva Vulpano, vedova del q.m Mag.co Diego de Sylos col consenso del suo mundualdo Mag.co Gio. Paolo Labini e di suoi figli da al Rev.do Clerico Cesare de Sylos, suo figlio un beneficio fondato dal q.m Gio. Paolo Vulpano di iure patronato della Casa Sylos nella Cappella di S. Gregorio nel Vescovado..." (Not. Vito Madio, 1557).

[13] L. Sylos, *op. cit.*

[14] G. Mongiello, *Bitonto nella storia e nell'arte*, Bari, 1970.

[15] G. Mongiello, *op. cit.*

[16] L. Sylos, *op. cit.*

[17] Catasto immobiliare di Bitonto del 1728, vol. I, c. 105, Biblioteca Comunale di Bitonto.
"D. Cesare del q.m A. Francesco Sylos an. 45; D. Laura Damiani, moglie, an. 40; figli; nobile della città di Bitonto. Possiede una casa palazziata in più e diversi membri, g.a quella di D. Panelli e la via pubblica della quale si serva p. propria habitatione sopra quale casa corrisponde, 50 - l'anno all'abbate D. Leonardo Sylos per metà di quella a lui spettante p. ordine del S. R. C. Possiede un forno da cuocer pane vicino questa Par.ca di S. Luca, g.a la csa de Ruberis".
Catasto Onciario del 1743, vol. 22, c. 61 n. 181, Archivio di Stato di Bari.
"D. Antonio Sylos q.m D. Cesare, Nobile di Bitonto e Patrizi o di Burgos nelle Spagne, anni 54; D. Eufrosina Cleondari d'Otranto, moglie, anni 28; figli; abita in casa palazziata consistente in vari corpi sup.li ed inferiori con un giardino contiguo di delizia attaccata alla Parrocchia di S. Luca all'incontro la chiesa di S. Apollinare, sop.a del qual Palazzo, e giardino tiene di peso Conuto di San Fra.co de Conuti ann.qua; 50, sopra d.o Giardino altri Carlini 3 sp.a porzione del Palazzo ed altri Carlini 6 sop.a porzione del Palazo e Giardino".

[18] "VINCENZO SYLOS-LABINI, IL 25 APRILE 1860, CON QUESTA PIETRA SEGNA IL COMPIMENTO DELLA SCALA ED APPARTAMENTO SUPERIORE E RACCOMANDA ALLA MEMORIA DEI SUOI POSTERI IL CARO NOME DELLA FIGLIA LUCREZIA CHE TALI OPERE GLI PERSUADEVA AMOROSA E NON VIDE FINITE SE NON DAL CIELO OVE TORNO' INNANZITEMPO IL DI' 16 SETTEMBRE 1859".

[19] Sito internet www.bitonto.biz/Monumenti/vulpano.htm.

[20] E' questa la tesi espressa da Michele Sylos Labini, erede della famiglia proprietaria dell'edificio, autore di una monografia interamente dedicata al bassorilievo rinasciementale. Cfr. M. Sylos Labini, *Le allegorie nelle figure del bassorilievo rinascimentale a Palazzo Vulpano Sylos in Bitonto*, Bari 1990.

[21] idem pp. 55-56.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

1.4. Rappresentazione e comunicazione

1.4.1 Il modello digitale
T. Cicciomessere, P. Perfido.

La redazione grafica del rilievo, descritta in un precedente paragrafo, ha tenuto conto della necessità di poter effettuare sezioni in maniera speditiva su qualsiasi piano di taglio verticale. Si è riportato perciò sulle piante tutte le quote dei piani di calpestio, delle imposte e delle chiavi delle volte, l'altezza dei solai e di tutte le aperture. Inoltre la completa copertura fotografica dei singoli ambienti permette di avere anche una "visione" dello stato di fatto. Questi dati però, se pur esaustivi, potrebbero essere ulteriormente arricchiti dalla costruzione di un modello virtuale.

La costruzione al computer di un modello solido comporta una serie di problemi: primo fra tutti la precisione dello stesso. In un edificio storico molto articolato, come Palazzo Sylos-Vulpano, risulta difficile ottenere una fedeltà degli spazi da modellare in tempi relativamente ridotti. Costruire volte complesse, murature a sezioni variabili, ambienti a livelli diversi comporta un notevole lavoro e in alcuni casi si rischia che il risultato ottenuto non soddisfi appieno l'esigenza di ottenere un prodotto gestibile in maniera snella.

Partendo da queste considerazioni si è pensato di realizzare un modello virtuale che applicasse una metodologia

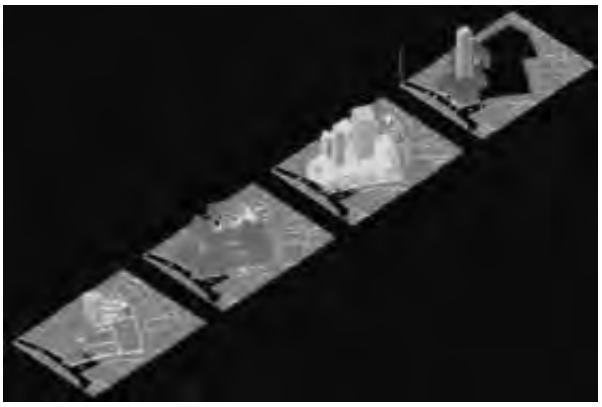


Fig. 40: Modello 3D ai diversi livelli.

Fig. 41: Modello 3D - sovrapposizione dei diversi livelli.

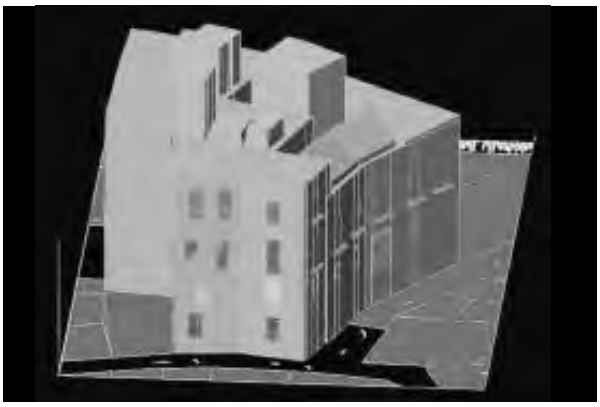


Fig. 42: Modello 3D - Involucro esterno.

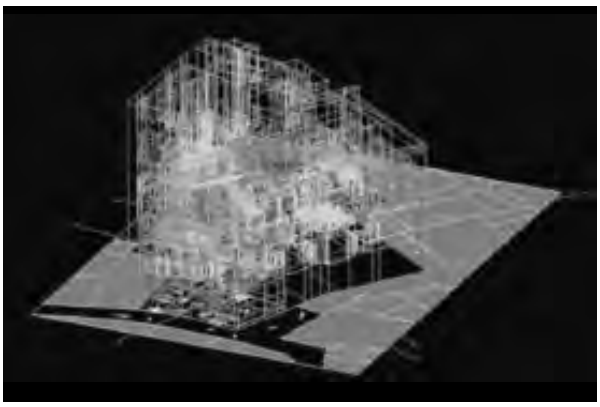


Fig. 43: Scelta di sezioni mirate.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

costruttiva inversa rispetto le normali procedure di modellazione. L'idea di base è stata quella che potrebbe essere più semplice, e sopratutto più rapido, costruire un volume pieno piuttosto che un guscio vuoto all'interno di una massa. Sono stati così realizzati i solidi di tutti gli ambienti del palazzo come volumi pieni, sono stati, quindi, georeferenziati e collocati alle diverse quote, è stato infine costruito il volume complessivo del palazzo, sempre come un pieno, e collocati al suo interno i singoli ambienti. Operando dei tagli sul modello così ottenuto e asportando la parte della sezione che non interessa, rimane il solido dell'involucro con all'interno i solidi dei singoli ambienti. Con una semplice operazione di sottrazione dei volumi interni restano visibili le cavità da essi lascieate e quindi si ottiene la sezione del modello con vuoti e pieni. La costruzione del modello quindi avviene in negativo e la realizzazione delle sezioni si sviluppa per sottrazione di solidi. La stessa linea di sezione diviene un solido ausiliario da sottrarre all'involucro esterno mediante una operazione Booleana (Fig. 44).

L'asportazione del solido ausiliario di sezione mette in luce, nuovamente, l'articolazione in negativo dei vari ambienti, visti come singoli organismi facenti parte di un sistema più complesso *(Fig. 45)*.

Dalla sottrazione del "solido-vano" dal "solido involucro" emerge rapidamente, procedendo ripetutamente con tale operazione, l'articolazione della sezione scelta *(Fig. 46)*.

Il risultato finale è del tutto simile a quello che si otter-

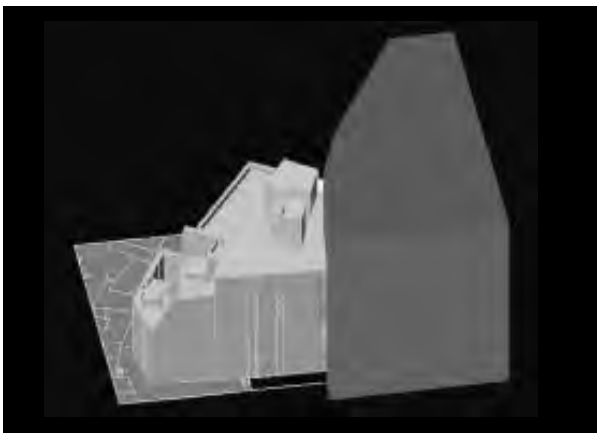


Fig. 44: Modello 3D - Studio delle sezioni, solido ausiliario di sezione.

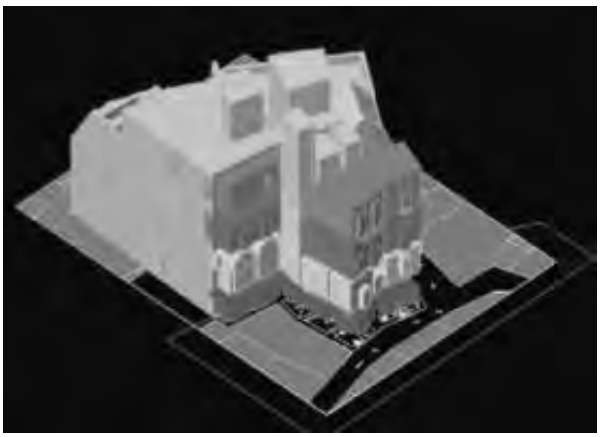


Fig. 45: Modello 3D - Studio delle sezioni.

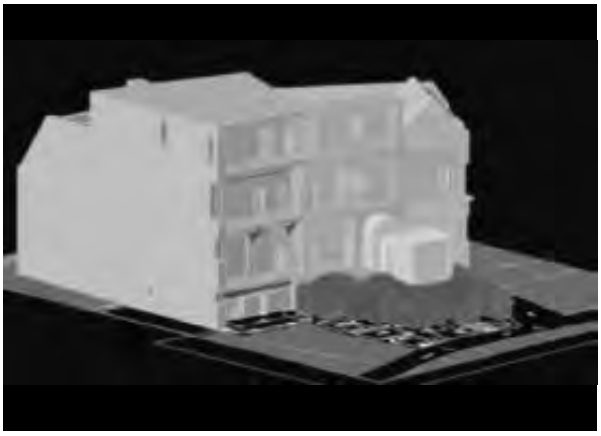


Fig. 46: Modello 3D - Studio delle sezioni.

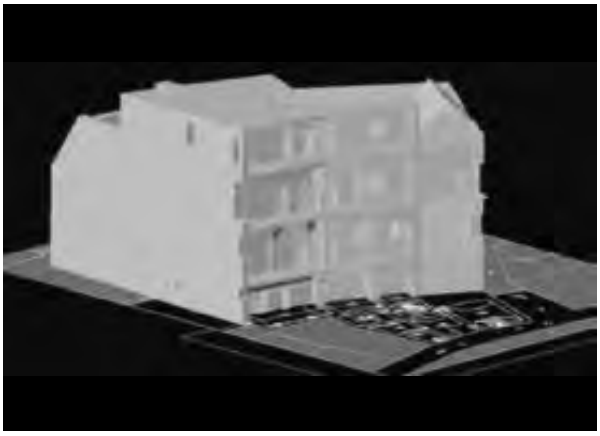


Fig. 47: Modello 3D - Studio delle sezioni.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 48: Sezione.

Fig. 49: Sezione.

Fig. 50: Sezione.

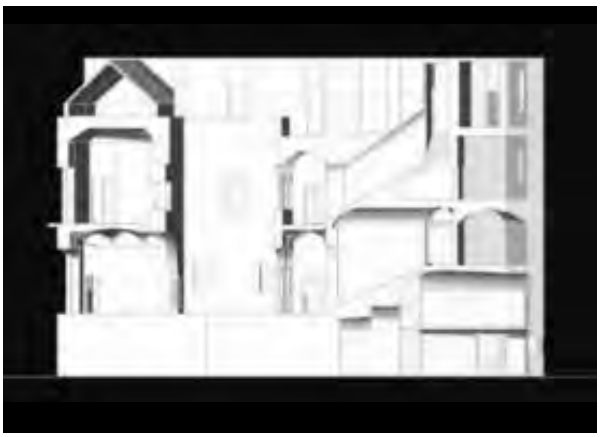


Fig. 51: Sezione.

Fig. 52: Sezione.

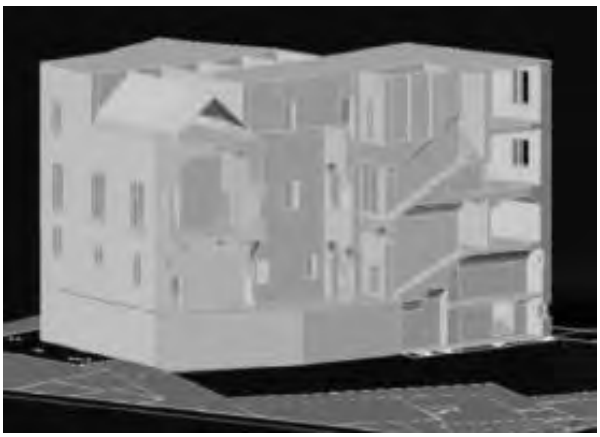


Fig. 53: Sezione.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

rebbe mediante una modellazione canonica ma, prefigura un obiettivo diverso: quello di fornire delle informazioni base, che costituiscano un valido punto di partenza per la formulazione delle strategie di lavoro, costituendo in pratica uno strumento di riflessione iniziale più che un punto conclusivo *(Fig. 47)*.
Le sezioni cosi ottenute, essendo in grafica vettoriale, sono degli elaborati che hanno la potenzialità di essere approfonditi, con il grado di definizione voluto, in qualsiasi momento, attraverso successive elaborazioni attinenti agli obiettivi prefissati *(Figg. 48 - 53)*.

1.4.2. La copertura fotografica. *G. Bianco.*

Il tema di questa sezione della ricerca è quello della rappresentazione fotografica di un organismo architettonico, valutandone limiti e potenzialità in relazione agli interventi da eseguire sulla fabbrica presa a modello.
Trascurando in questa sede le annose questioni sulla presunta veridicità dell'immagine fotografica, e concentrando l'attenzione sul valore della fotografia come integrazione di altre forme di rappresentazione e di descrizione, si può attribuire allo strumento fotografico un ruolo prioritario nelle analisi da condurre sull'edificio, utilizzando le peculiarità che lo distinguono dalle altre forme di rappresentazione utilizzate, per l'esaustivo apparato documentario che fornisce.
Risulta chiaro da queste considerazioni introduttive che l'aspetto fondante di tale approccio risiede nella corretta predisposizione di un progetto di rappresentazione integrata in cui le differenti forme di rappresentazione siano in grado di interagire, veicolando nella maniera più rapida e completa le informazioni necessarie.
Tale progetto di rappresentazione deve permettere di capire secondo quali canoni deve costituirsi la banca dati fotografica, dato che le questione principale non risiede tanto nell'elencazione dei singoli elaborati necessari, ma nella maniera in cui questi sono in grado di essere interrogati, scambiandosi reciprocamente le informazioni.
Si tratta quindi di costruire un sistema aperto e flessibile, in cui la rappresentazione dell'oggetto architettonico può essere aggiornata, ampliata, modificata, sfruttando le potenzialità offerte dalle tecnologie informatiche, superando la logica dello smembramento dell'organismo nelle sue componenti\rappresentazioni, per ricondurla ad unitarietà grazie all'interazione tra diverse forme di rappresentazione, grafica, fotografica, filmica, in grado di offrire nel loro insieme una lettura più esauriente.

La copertura fotografica

In primo luogo la lettura fotografica deve produrre una documentazione in grado di mettere in luce le condizioni dell'edificio oggetto del restauro, interpretando le caratteristiche dell'intero organismo, leggendone la spazialità complessiva e i rapporti con il contesto, costituendo un primo documento sulle condizioni della fabbrica, confrontabile con eventuali materiali fotografici storici, permettendo in questo caso di interpretare le modificazioni che l'edificio ha subito nel corso del tempo.

Questo primo grado di lettura deve essere integrato da una seconda sezione costituita da immagini riguardanti gli approfondimenti tematici sugli aspetti peculiari dell'edificio, quali ad esempio gli apparati decorativi o le tessiture murarie, necessarie a leggere storicamente e stilisticamente l'edificio.Tali materiali oltre ad assolvere alla funzione necessaria di testimonianza delle condizioni della fabbrica prima degli interventi di restauro, permettono di confrontare gli esiti di questo con lo stato di fatto evidenziandone eventuali incongruenze con le previsioni fatte.

La terza sezione della banca dati è costituita dalla copertura fotografica delle superfici di ogni singolo vano. La copertura sistematica di ogni singolo ambiente permette di ottenere in maniera speditiva le informazioni necessarie a definire gli interventi tecnici da effettuare sulle singole superfici di cui la fabbrica si compone.
Infatti, la copertura fotografica delle superfici di ogni singolo vano, integrando gli elaborati grafici di rilievo, permette una lettura degli aspetti qualitativi delle singole superfici. In tal modo intersecando i dati quantitativi delle planimetrie di rilievo sulle quali sono riportati tutti i dati dimensionali degli alzati, con la lettura fotografica, è possibile determinare e quantificare gli interventi necessari in maniera completa senza ricorrere alla rap-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

presentazione grafica in alzato di ogni singola superficie (che rimane necessaria per elementi di particolare complessità architettonica e costruttiva), riducendo considerevolmente i tempi di progettazione.

Aspetti tecnici

Le riprese fotografiche sono state effettuate in tempi diversi e con differenti attrezzature.

Nella prima fase di ripresa svolta nel corso del 2003 sono state utilizzate le seguenti strumentazioni:

- Fotocamera digitale Nikon Coolpix 995 obiettivo ZOOM e aggiuntivo fish-eye;
- Fotocamera analogica Nikon FM2 con obiettivo 24 mm/f 2,8;
- Fotocamera analogica Pentax K1000 con obiettivo 17 mm/f 3,5;
- Treppiedi Manfrotto con scale graduate e livello a bolla.

Il proseguimento dei lavori all'interno del palazzo Sylos-Vulpano ci ha spinto ad effettuare una seconda campagna fotografica nel mesi di aprile e maggio del 2004.

L'evolversi nel corso dell'ultimo anno delle attrezzature fotografiche digitali ci ha permesso di effettuare la nuova campagna fotografica con nuovi strumenti. In particolare è stata utilizzata una fotocamera reflex digitale Nikon D100 da 6 megapixel, dotata di un obiettivo zoom grandangolare con focale equivalente (paragonata al formato analogico 24x36 mm) da 18 mm (angolo di campo pari a circa 97°) a 36 mm circa (angolo di campo pari a circa 59°).

Per il tipo di ricerca da noi svolta, l'attrezzatura digitale si è rivelata la più idonea: infatti, nonostante per le stampe di grande formato gli apparecchi fotografici analogici di medio e grande formato (ad esempio 6x6, 6x9, 4x5 pollici) offrono ancora un qualità di stampa superiore legata non solo alle capacità in fase di ripresa ma anche a quelle di sviluppo e stampa, nel caso di stampa di formato minore o addirittura di utilizzo delle immagini con strumentazione informatica, i vantaggi della fotocamera digitale sono evidenti. In primo luogo la possibilità di verifica in situ del lavoro svolto (direttamente sul monitor LCD della fotocamera o sul computer portatile) in modo da coprire eventuali lacune, o sostituire immagini non utilizzabili. Inoltre trasferendo direttamente le immagini sul PC, saltando quindi la fase di sviluppo e digitalizzazione ad alta risoluzione delle pellicole, si è avuta una sensibile diminuzione dei tempi. Altro aspetto non secondario, in relazione alla tempistica, è dato dalla qualità delle immagini ottenute.

Le fotocamera digitali di fascia medio-alta permettono infatti di acquisire le immagini in formato RAW; si tratta di un immagine grezza, che non subisce alcune correzione da parte del software della fotocamera. Utilizzando programmi dedicati, distribuiti dalle case costruttrici, è possibile eseguire in una seconda fase tutte le correzioni sui parametri di esposizione, contrasto, bilanciamento del bianco, saturazione in maniera molto sofisticata. Ciò significa che, potendo correggere in una seconda fase in maniera soddisfacente le imperfezioni apprezzabili in fase di acquisizione, si può procedere in maniera più rapida con il lavoro da svolgere in cantiere.

Un aspetto riscontrato, nell'utilizzo della nostra attrezzatura, è dato dal limitato uso delle ottiche in commercio per le fotocamera analogiche. Infatti soltanto pochissime fotocamere digitali (tra l'altro molto costose) utilizzano un sensore di dimensioni equivalenti a quelle della pellicola formato 35 mm; essendo in generale il CCD più piccolo della pellicola, montando la medesima ottica su una fotocamera digitale si ottiene una sensibile diminuzione del campo inquadrato. Ciò rappresenta un limite in quanto le ottiche più utilizzate nella fotografia di architettura sono quelle grandangolari, ad esempio l'obiettivo più idoneo per questo tipo di riprese, quello decentrabile per la correzione della prospettiva, viene prodotto in generale con un angolo di campo di circa 74° su una 35 mm, montando la stessa ottica su una fotocamera digitale si ha una forte limitazione nell'uso in quanto l'angolo di campo si riduce a circa 50°.

La gestione della banca dati fotografica

Essendo l'archivio fotografico costituito da una grande quantità di immagini, la metodologia di accesso alle immagini più chiara e speditiva è quella di legare que-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

st'ultime in maniera interattiva alle planimetrie. Infatti avendo la possibilità di richiamare la singola immagine fotografica selezionando un richiamo posizionato in pianta in corrispondenza della superficie rappresentata in fotografia, si ottiene una identificazione univoca della stessa. Lo stessa metodologia può essere applicata anche alle letture stilistiche. In questo caso potrebbe essere utile un collegamento che preveda un percorso contrario rispetto al precedente: selezionando dal catalogo una immagine (ad esempio un capitello, un fregio o una particolare tessitura muraria) si può evidenziare sugli elaborati grafici la posizione esatto dell'oggetto rappresentato.

1.4.3 Lettura interattiva dei materiali iconografici.

M. Carone

Il presente prodotto raccoglie i materiali iconografici (disegni, fotografie e filmati) utili per la lettura da parte di tecnici, imprese e committenti dello stato di fatto dell'edificio ad un determinato momento. Il prodotto, quindi, ha i requisiti di un documento cronologicamente accertato sulle condizioni dell'edificio nel suo stato di conservazione e in questa forma può rilevarsi utile nel corso della progettazione, nei rapporti tra committente ed impresa e nella contabilità dei lavori.

I materiali raccolti sono le piante in scala 1/50 corredate di misure, alcune immagini del modello tridimensionale opportunamente scelte, la copertura fotografica (di cui al punto 1.4.2) e i filmati di rilievo (di cui al punto 1.4.4).

L'accesso alle informazioni avviene secondo uno schema verticale con sviluppo orizzontale.

La consultazione dell'archivio fotografico si ha secondo le seguenti modalità:

1) scelta del livello da consultare selezionandolo sullo schema assonometrico dell'edificio;
2) visualizzazione della planimetria del livello prescelto;
3) selezione su punti visibili del cono ottico che corrisponde alla richiesta di consultazione.

L'archivio delle riprese filmate nel seguente modo:

1) scelta del livello planimetrico su schema assonometrico;
2) avvio del filmato;
3) selezione delle parti del filmato da consultare selezionando direttamente sullo schema assonometrico esploso individuante il percorso di ripresa.

1.4.4 Documentazione e "Rilievo Filmato". Generalità e applicazioni delle videocamere digitali alla descrizione del Palazzo Vulpano-Sylos.

P. Milillo, C. Maiorano

Premessa

Questa sezione prende in esame le problematiche di una documentazione sommaria, ma con caratteristiche di rapidità ed efficienza. Nelle situazioni precedenti ad un restauro o un intervento conservativo, si manifesta spesso l'esigenza di conoscere, in tempo reale, lo stato dei luoghi dell'edificio nel quale si opererà. Esaminiamo qui la possibilità di procurarsi questa documentazione, facendo ricorso ad una videocamera digitale. Tale forma di documentazione, che chiameremo *video-rilievo*, si differenzia dalla campagna fotografica illustrata nelle pagine precedenti, poiché è in grado di aggiungere al fotogramma statico la sequenza e il movimento, requisiti, questi, propri della azione filmica. Naturalmente è esclusa dalla nostra ricerca la cinematografia sull'architettura nella forma del documentario scientifico, per gli scopi della divulgazione o della critica estetica[1]. L'esperienza condotta sul Palazzo Vulpano-Sylos ci ha consentito di studiare le possibili applicazioni della video ripresa al campo della comunicazione visiva, relativamente alle funzioni specifiche della *disciplina* del restauro dell'architettura.

Riteniamo necessario, in questa premessa, formulare una definizione per il video-rilievo, intendendo, come tale, quel processo di acquisizione e registrazione dei luoghi, nelle loro sequenze e relazioni spaziali, nel loro contesto ambientale e nel loro stato di conservazione, in compresenza ed integrazione dei grafici descrittivi, dei modelli tridimensionali digitali, nonché dalla copertura

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

fotografica di riferimento, attraverso uno strumento di video-ripresa *digitale* (che innesca i conseguenti aspetti della *video-restituzione digitale*).

Com'è noto, le apparecchiature per videoripresa si distinguono in analogiche e digitali. Tra le prime si annoverano le tradizionali cineprese che utilizzano la pellicola fotosensibile. Il principale vantaggio di queste apparecchiature è l'elevata qualità della risoluzione delle immagini impresse; tuttavia, la fruizione del filmato richiede oltre allo sviluppo e al fissaggio, l'uso di speciali proiettori e la visione in ambienti oscurati ed opportunamente attrezzati. Per queste caratteristiche la ripresa tradizionale non ha trovato applicazione nel campo tecnico, mentre si è diffusa nella divulgazione e nella pubblicità.
Fanno capo alle strumentazioni analogiche anche le videocamere a nastro magnetico (tipo VHS, Betamax, ecc.). La ripresa è visibile attraverso un video-lettore o videoregistratore. Queste apparecchiature hanno avuto, per la notevole facilità d'uso, una vasta diffusione al livello amatoriale, ma un impiego molto limitato nel campo tecnico. Il motivo di questo scarso interesse, sta probabilmente nel fatto che il video-lettore non ha le caratteristiche di interfacciabilità e di connessione con altre strumentazioni che sono necessarie nel disegno tecnico. Per chiarire questo concetto si pensi, ad esempio, come una fotografia stampata su carta, sia un'interfaccia connessa con altre attrezzature: su una stampa fotografica si può intervenire disegnandovi o con i sistemi del fotomontaggio di una foto, si può fare facilmente una riproduzione accettabile, in studio con una fotocopiatrice.
A questa mancanza suppliscono le nuove videocamere digitali, nate soprattutto per rispondere alla richiesta di interazione immediata con le apparecchiature di elaborazione elettronica.
Il trasferimento delle immagini acquisite con le videocamere digitali nei dispositivi informatici è, infatti, immediato e privo di passaggi intermedi, se ci si avvale di attrezzature complete. Le attuali videocamere digitali dispongono di sensori CCD (*Charge Coupled Devices*) che sostituiscono *in toto* la pellicola fotosensibile, pur non raggiungendo la stessa definizione. Tali CCD offrono il vantaggio di un'elevata sensibilità, anche in condizioni di scarsa illuminazione e soprattutto consentono la visualizzazione in tempo reale della ripresa effettuata. Un CCD è sostanzialmente composto da migliaia di sensori (denominati *pixel*) il cui comportamento è analogo ai grani della pellicola fotografica, convertono cioè la luce che li impressiona in un segnale digitale. Da qui la possibilità di acquisire una gran quantità di dati nei dispositivi di memoria e di registrazione magnetica o più semplicemente di visionarlo su un display.
Le videocamere digitali offrono immagini di minore o maggiore qualità, secondo il quantitativo di pixel, misurato in milioni, di cui è composto il sensore CCD. Si può arrivare a sistemi più sofisticati in cui il segnale luminoso subisce la scomposizione nei canali dei rosso, verde e blu (RGB system), per ciascuno dei quali è preposto un CCD opportuno[2].
La nostra sperimentazione è stata condotta, facendo ricorso, appunto, ad un'apparecchiatura di tali caratteristiche.

La configurazione minima per l'acquisizione e l'elaborazione di immagini riprese attraverso una camera digitale richiede un Personal Computer dotato di idonea scheda di acquisizione video. Le informazioni presenti sul supporto magnetico (*mini Digital Video cassette*) o elettronico (*schede di memoria*) sono trasferite, grazie a quest'interfaccia, nella memoria fissa dell'elaboratore senza alcuna trasformazione della tipologia del segnale. La prerogativa di questo tipo di tecnologia risiede appunto nell'assenza di possibili traduzioni, con conseguente perdita di qualità, dell'informazione che nasce e rimane, appunto, elettronica.
Sono possibili interventi sulle videoriprese, esattamente equivalenti alle operazioni di montaggio cinematografico (*video-editing*), grazie a numerosi ed appositi software. Questi stessi consentono, infine, la confezione del prodotto finale nei formati più comuni per la diffusione audio-video. Questa dotazione di base si completa con un masterizzatore per la registrazione nei formati del DVD (*Digital Versatile Disk*).
Quanto esposto sintetizza le possibilità e la vastità dei prodotti per la video ripresa e il video-editing digitale: la ricchezza delle tecnologie specifiche per questo settore,

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

risponde a requisiti di tipo professionale a cui, relativamente all'esperienza condotta, non si è fatto ricorso.

Ripresa cinematografica e documentazione per il recupero e il restauro - Spunti per la definizione di un video-rilievo.

Presentiamo, qui di seguito, una serie di casi in cui lo strumento per le riprese ha svolto un ruolo specifico e caratterizzante principalmente per la finalità e per i contenuti della documentazione, ma tale da sortire esiti anche per gli aspetti della comunicazione. Una demarcazione degli ambiti netta e definitiva non appare possibile: quasi in tutti gli esempi di seguito riportati, le finalità, i metodi e i temi proposti si intersecano o si affiancano. Ecco allora uno dei caratteri connotanti questo nuovo tipo di rilievo: la trasversalità degli ambiti entro cui si ammette l'applicabilità.
Lo studio di precedenti esperienze alle cui tecniche e metodiche la presente ricerca può ritenersi attinente, ha portato ad una serie di valutazioni di carattere generale. Fissate queste come linee guida, la sperimentazione ha cercato un'identità coerente con i rilievi condotti.

La videoripresa tra documentazione e memoria: i rilievi di Akko.

L'esperienza di un numeroso gruppo di studiosi coordinata da Eugenio Battisti ad Akko, nome israeliano della città di S. Giovanni d'Acri, a nord di Israele, nel 1987, ci è sembrata un precedente degno di attenzione: nella circostanza, la ripresa filmata in video-tape, rientrava nell'apparato delle strumentazioni più moderne impiegate dallo staff.
L'obiettivo era quello di convogliare questo tipo di documentazione in un database, una sorta di memoria ottica. Lo stesso Battisti, in occasione della presentazione dei lavori condotti, scrive: "*... attraverso un video-tape si possono digitalizzare le varie immagini e ricavarne dati fotogrammetrici automaticamente*"[3]. In sostanza l'idea era quella di fissare una memoria tecnica e visiva degli oggetti del rilievo attraverso lo strumento della cinepresa e di fare una trascrizione in immagini in movimento di una realtà statica tridimensionale.

Lamalunga (Altamura): la prototipazione di un Museo dal Campo.

La casistica delle possibili funzionalità della videoripresa si amplia di gran lunga se consideriamo anche quei casi in cui l'accesso a spazi inaccessibili deve essere in qualche modo consentito a fruitori e tecnici.
Il materiale messo a disposizione dal prof. Vittorio Pesce Delfino, antropologo dell'Università degli Studi di Bari e tra i responsabili del progetto di monitoraggio del sito presso cui è avvenuto il ritrovamento dei resti del noto "Uomo di Altamura", costituisce un valido supporto per attestare l'efficacia di documenti filmati per la registrazione e la trasmissione di informazioni difficilmente accessibili.
Il filmato del sopralluogo eseguito dopo il ritrovamento dei resti umani di età preistorica, condotto da un piccolo staff composto da speleologi ed antropologi, é la premessa fondante per tutta la successiva serie di operazioni che hanno poi portato al complesso progetto di monitoraggio e fruizione del sito. Nell'occasione fu eseguita una audio/video ripresa: alle immagini della grotta e del reperto si aggiungevano i commenti e le analisi dirette degli esperti che, per la prima volta, venivano in contatto con il reperto.
Possiamo considerare quest'esperienza come un *video-audio-rilievo*: ovvero l'interazione sinergica tra tecniche di registrazione eseguita per fissare il momento significativo dell'approccio diretto con l'oggetto di studio.
Ma tutto ciò si arricchisce ulteriormente, quando l'anzidetta interazione avviene "a posteriori" rispetto all'esecuzione delle riprese e il risultato a cui si perviene attraversa i canali della comunicazione, della divulgazione ma anche del monitoraggio. E' il caso del Museo dal Campo prototipato, sul sito del ritrovamento, dal consorzio Digamma[4]: l'importanza del reperto antropologico, la cui immobilità ne vincola la fruizione, e la delicatezza dell'ambiente in cui è posto, obbligano il monitoraggio, la documentazione e la divulgazione esclusivamente in forma remota.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Lavori di restauro nel chiostro del complesso di S. Leone Magno - La videoripresa per la documentazione del lavoro, delle procedure e delle tecniche.

Un'intuizione delle potenzialità espresse dalla video ripresa é da attribuirsi al sig. Stefano Rossi, titolare della impresa di Turi (Ba) che ha eseguito i lavori di restauro nel complesso conventuale di S. Leone Magno a Bitonto (Ba)[5].
Con l'ausilio di una videocamera tipo VHS, nella metà degli anni '80, eseguì la registrazione delle fasi salienti del lavoro in corso filmando la tecnica per la riproduzione di particolari architettonici attraverso calchi in calcestruzzo, ottenuti da stampi in lattice.
L'intera procedura è dettagliata e meticolosa e la videoripresa restituisce questa complessità che una rappresentazione statica, non avvalendosi della successione temporale di un video-documento, non è in grado di fornire (*Figg. 54-57*).

Castello Normanno-Svevo di Bari: la rappresentazione in progress dei restauri.

La Direzione Lavori in un cantiere di restauro può essere un ulteriore destinatario e fruitore del video-documento. Dai ponteggi, a contatto diretto con il manufatto oggetto delle cure dei restauratori, si ha uno sguardo ravvicinato che consente di cogliere, oltre alla natura, alla forma della struttura stessa e ai dettagli - che rimarranno celati al suo interno alla conclusione delle lavorazioni - la trasformazione che l'architettura subisce durante l'intervento. Una rappresentazione delle trasformazioni, quindi, che è possibile leggere solo attraverso una presenza prolungata sui ponteggi e attraverso l'occhio della macchina da presa. Una rappresentazione del mutamento che il tempo filmico rende leggibile.
Gli interventi, che rappresentano il contenuto del progetto di restauro, portano al loro interno una serie di altre operazioni: situazioni di quiete e di moto che si alternano, pause e riprese che non possono essere colte e che invece si rendono necessarie per la comprensione dell'opera. La ripresa filmata di tali eventi così come natural-

Figg. 54-55: Il calco del capitello nel restauro del chiostro della Chiesa di San Leone Magno a Bitonto (Bari): immagini tratte dalla video-ripresa.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Figg. 56-57: Il calco del capitello nel restauro del chiostro della Chiesa di San Leone Magno a Bitonto (Bari): immagini tratte dalla video-ripresa.

Fig. 58: Restauro del fronte est del Castello Svevo di Bari: sequenza di immagini tratte dalla video-ripresa.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

mente si svolgono nel tempo del cantiere, può costituire un arricchimento della storia totale dell'oggetto in questione e assumere il ruolo di veicolo informativo per le metodiche del restauro dell'architettura. Infine le riprese filmate potrebbero essere utilizzate per proporre agli operatori tecniche e metodiche di intervento specifiche, talvolta singolari e non standardizzabili per la specificità del singolo intervento conservativo, e valorizzando l'apporto di esperienze fatte in occasioni diverse, durante le quali si è attinto alle risorse di un mestiere che sta scomparendo.

Un'esperienza di video ripresa svolta nell'ambito della tesi del dottorato di ricerca in Rappresentazione dell'Architettura e dell'Ambiente[6]. Il luogo della sperimentazione è stato il castello Normanno-Svevo di Bari, dove la Soprintendenza ai Beni Ambientali Architettonici Artistici e Storici della Puglia ha aperto un cantiere di restauro. Oggetto delle riprese sono stati gli interventi di consolidamento della cortina muraria del fronte est del Castello Svevo rinvenuta a seguito di una imponente campagna di scavi (*Fig. 59*).

L'intervento illustrato, progettato e diretto dall'arch. Marcello Benedettelli, della stessa Soprintendenza, consiste nel *consolidamento della muratura in conci di pietra calcarea* (*Fig. 60*).

Le video riprese, descrivono le seguenti operazioni:

a) *scarificatura e stilatura dei giunti dei paramenti murari di pilastri, arcate, voltine e murature (Figg. 61,62);*
b) *sostituzione a cuci-scuci dei conci fortemente alterati;*
c) *pulitura generalizzata dei paramenti murari in conci di pietra con asportazione di scialbi di calce, brandelli di malta, microflora batterica, depositi di varia natura*;
d) *consolidamento della muratura mediante iniezioni di cemento.*

È evidente che i messaggi che il video può contenere sono assolutamente vari e dipendono dal tipo di operazione che si sta eseguendo, ma non solo, uno stesso filmato può essere editato in modo tale da assolvere a più funzioni e quindi contenere più messaggi. Pertanto, alcune operazioni sono state presentate, in funzione del tempo di esecuzione dell'intervento: il filmato, nella fase di editing appunto, è stato lasciato il più possibile simile

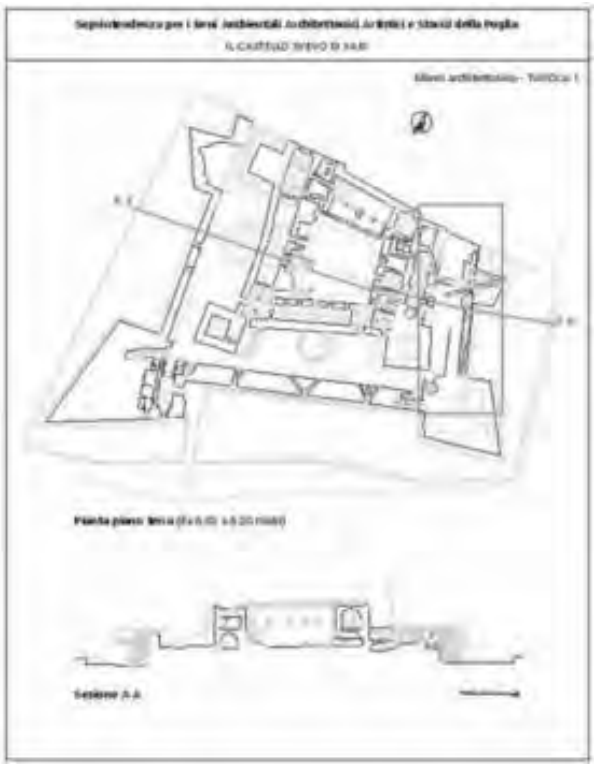


Fig. 59: Castello Svevo di Bari - Pianta e sezione.

Fig. 60: Restauro del fronte est del Castello Svevo di Bari: intervento di pulitura.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

a quello catturato durante i lavori, comprese le attese, i dialoghi tra gli operatori, la sospensione e la ripresa, la compresenza di due diverse operazioni nello stesso clip, ecc.; se lo scopo è quello di rendere noto e chiaro il "come si fa" dell'intervento, allora è necessario cogliere esclusivamente le scene più importanti, eliminando le pause, creando effetti che rimandino allo scorrere del tempo, o ancora, aumentando o diminuendo la velocità della visione.

La gestione del tempo nel filmato si è rivelata un'esperienza interessante, poiché, se da un lato non è stato sempre possibile riprendere lunghi eventi per intero e spesso è stato necessario accorciarli, dall'altro si è tentato di dare alla narrazione-rappresentazione l'oggettività del dato, documentando l'azione.

E' parso, dopo un'attenta riflessione, che l'importante fosse, per la coerenza della rappresentazione, il *filo logico* dell'azione; e in questo caso, sono risultate molto utili le transizioni: dei "ritocchi" quanto più discreti e che non distolgano l'attenzione di chi osserva, una sorta di link, di legame tra una scena e l'altra che consenta salti cronologici impercettibili.

Restauri on-line.

Il *web* ha prodotto molte applicazioni della video ripresa per comunicare in tempo reale lo stato dei lavori nei cantieri di restauro che suscitano un grande interesse da parte del pubblico, per l'elevata qualità o per gli aspetti affettivi dei monumenti sui quali si sta operando. Si tratta di una forma nuova e immediata di musealizzazione dell'opera, oggetto del restauro. I siti offrono un aggiornamento costante sulle fasi della lavorazione, con sezioni dedicate alle indagini, agli obiettivi e ai tempi del restauro; una sorta di "giornale del cantiere" con l'aggiornamento delle varie scelte operative e dei lavori in corso. Inoltre, alcune pagine sono dedicate alle webcam che riprendono gli interventi più interessanti e spettacolari. E' talvolta possibile anche visionare i video del restauro trasmessi attraverso la tecnologia digitale (*video streaming*), poi arricchiti da forum aperti a studiosi, giornalisti e a tutte le Soprintendenze che sono state informate dell'evento.

Le immagini fisse e i video del cantiere, messi in rete, consentono effettivamente di seguire tutte le fasi dei lavori da una postazione privilegiata, di seguire il lavoro dei restauratori "da vicino" e direttamente dai ponteggi e

Fig. 61: Restauro del fronte est del Castello Svevo di Bari: intervento di scarificatura dei giunti della muratura.

Fig. 62: Restauro del fronte est del Castello Svevo di Bari: intervento di stilatura dei giunti della ghiera dell'arco.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

rappresentano, infine, un modo nuovo e diretto per avvicinarsi alle metodiche del restauro.
A questo proposito sono stati individuati e analizzati alcuni siti web, la cui gestione è affidata agli enti qualificati che si occupano di restauro (Istituto Centrale per il Restauro, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Soprintendenze per i Beni Ambientali Architettonici Artistici e Storici): a titolo esemplificativo citiamo il restauro della Basilica di S. Clemente a Roma[7] tuttora in corso e la cui direzione è affidata all'Istituto Centrale del Restauro e il restauro di S.Giorgio Maggiore a Venezia, curato dal Gruppo Brandolin[8]. Particolare attenzione è stata posta alle modalità di registrazione, elaborazione e trasmissione della documentazione dei restauri. La gestione del sistema dei dati è affidata ad un apposito ambiente di rappresentazione in grado di assolvere in maniera organica e consequenziale, oltre alle funzioni strettamente documentarie, a quella dell'elaborazione del progetto di restauro. Obiettivo di tale sistema è servire da supporto per la valutazione dell'entità dell'opera di restauro in fase di progettazione e fungere da banca dati referenziata e multimediale. Esplorando il sito web di questo importante intervento, si ha la possibilità di "visitare" il cosiddetto *cantiere didattico on-line* dove sono impegnati alcuni allievi della Scuola dell'ICR, sotto la guida dei tecnici dello stesso Istituto, nella elaborazione di informazioni digitali sulle tecniche di esecuzione e sullo stato di conservazione della basilica. Attraverso il sistema *Real Time Live Image* la sequenza delle immagini che descrivono gli interventi di restauro, sono acquisite "in diretta" da un sistema di telecamere collegato ad un computer che le elabora e le invia nel web attraverso una normale linea telefonica (la frequenza di acquisizione è di qualche *frame* al secondo).

Il rilievo filmato: definizioni ed applicazioni a Palazzo Vulpano-Sylos.

Conoscere e comunicare sono gli aspetti essenziali dei *video-rilevamento*.
Attraverso i media digitali e lo sviluppo e la diffusione delle tecnologie informatiche, la rappresentazione dell'architettura ha ampliato notevolmente le sue potenzialità espressive: percorsi ipertestuali, animazioni, video, navigazioni in spazi tridimensionali. Assistiamo all'evoluzione del modello grafico tradizionale in una complessa forma di comunicazione visiva e multimediale, legando più strettamente tra loro la rappresentazione degli spazi, il tempo, le componenti audio e tutte le moderne elaborazioni infografiche.
Le nuove tecnologie comunicative, si differenziano da quelle tradizionali in quanto rendono disponibili nuove forme di apprendimento e una diversa modalità di fruizione della conoscenza. Rendono simultaneamente praticabili tutti i canali di comunicazione, sono basate sulle

Figg. 63 - 64: Esempio di ripresa di spazi, eventi e operazioni tecniche reali.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

immagini (realistiche e virtuali) e dunque dipendenti dalla percezione visiva; possono altresì risultare *interattive*: dipendere in altre parole dalle scelte e dalla partecipazione dell'utente, che determina e condiziona il processo comunicativo.
Nell'impostazione dell'esperimento abbiamo assunto come condizione che l'esecutore delle riprese sia proprio l'architetto rilevatore, pensando che sia necessaria la competenza di questa professionalità per descrivere compiutamente il Bene. Si può affermare che il documento filmato non necessita di un regista (o di uno staff) dalla comprovata esperienza, non esige un'attrezzatura sofisticata, non implica un investimento produttivo o un generico pubblico da sedurre, lo scopo è, infatti, realizzare una ripresa di spazi, eventi e operazioni tecniche reali (*Figg. 63,64*).
Avendo ben presenti gli obiettivi della ricerca indicati nelle premesse, presentiamo qui di seguito i risultati di una sperimentazione sull'uso della video ripresa digitale per due diverse funzioni:

a) documentazione dello stato dei luoghi così come risultano da un consueto sopralluogo;
b) comunicazione delle caratteristiche architettoniche e ambientali di un dato sito.

Le prerogative della videocamera digitale, rapidità ed immediatezza di registrazione dei dati, unite alla applicabilità nei casi più diversificati, consentono la realizzazione di un efficace prodotto video già da un preliminare sopralluogo potrebbe risultare un audio-video rilievo digitale contenente una descrizione dei luoghi visiva ed integrata da eventuali commenti dell' architetto rilevatore. La possibilità di trasmettere nei canali telematici questo prodotto lascia spazio, in una seconda fase, anche alle immediate verifiche ed aggiornamenti che la iniziale visione ha fatto scaturire, questo attraverso la ormai nota trasmissione del segnale audio-video in remoto.
Questa applicazione assume il carattere dell'immediatezza delle informazioni visuali.
Lo stato dei luoghi e la concatenazione degli spazi, lo stato di degrado, costituiscono l'oggetto di principale interesse per le figure coinvolte nell'evento cantiere. Grazie a questi filmati di breve o media durata e privi di un'interpretazione soggettiva, dovrebbe essere consentita una conoscenza, un controllo e le prime verifiche tra gli operatori (progettisti, imprese, ecc.) anche fisicamente distanti gli uni dagli altri: le immagini veicolano un gran numero di informazioni e, sulla base delle comunicazioni tra i soggetti, possono essere oggetto di ulteriori arricchimenti.

Al *sopralluogo filmato* si affianca anche il concetto della videoconferenza.
Com'è noto la videoconferenza è l'incontro mediatico di un gruppo di utenti connessi in rete in tempo reale attraverso un sistema informatico che mostri a ciascun partecipante le informazioni audio e video relative agli altri convenuti. Qui, però, si vuole estendere questo concetto anche ai casi in cui la riunione avviene realmente ed i convenuti sono intenti ad una discussione intorno ad un oggetto di particolare interesse, all'interno di un cantiere.
Si consideri ad esempio, il caso tipico di un saggio di stonacatura che fa emergere, in posizione non facilmente accessibile, una traccia importante per la storia dell'edificio. In tale occasione la riunione degli esperti potrebbe essere importante per la conoscenza dell'oggetto e le future scelte operative. Ognuno, relativamente alla sua disciplina specifica, esprime un'opinione nel merito. Il ricorso alla videocamera digitale consente una visione ravvicinata e dettagliata, oltre che differita. Da un lato, la visione di un oggetto inaccessibile e poco illuminato è resa più agevole e più precisa, dall'altro, anche per la maneggevolezza della videocamera digitale che migliora le possibilità di ripresa in condizioni ambientali sfavorevoli, la visione può essere realizzata su un monitor collegato in posizione remota; infine, tutti i commenti dei presenti possono essere registrati con grande chiarezza dalla stessa apparecchiatura e studiati subito dopo.

La seconda applicazione, anche se comporta una produzione più sofisticata, è, comunque, concepita come risposta ad una domanda di conoscenza in un ambito tecnico. L'idea è quella di formare un documento di corredo alla relazione tecnica del progetto, redatto nella forma digitale. In questo caso appare evidente l'intenzionalità di un soggetto di comunicare ed informare circa l'oggetto delle riprese disponendo di ulteriori apparati

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Figg. 65 - 67: Esempio di un video clip sulle caratteristiche architettoniche e ambientali.

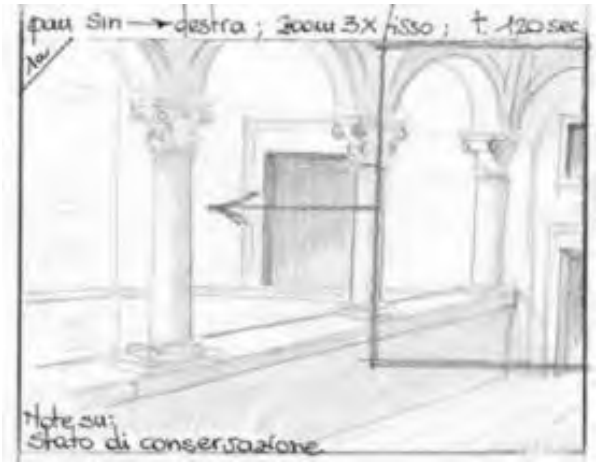
conoscitivi (grafici, fotografie, modelli virtuali, ecc.) a corredo dei filmati *(Figg. 65-67)*.
La sostanziale differenza rispetto ad un tradizionale rilievo si fonda nel legame, attraverso lo strumento del filmato, tra la descrizione tecnica di un dato luogo ed un preciso momento temporale.

Descrizione dell'esperienza.

La sperimentazione ha avuto inizio con l'analisi dei primi elaborati grafici di rilievo, nonché della copertura fotografica degli ambienti del Palazzo.
I sopralluoghi sono iniziati con una preliminare conoscenza dei luoghi, mirando poi all'incremento delle informazioni disponibili: se inizialmente si è posta attenzione solo alla difficoltà di esecuzione delle riprese, delle condizioni di illuminamento e di accessibilità dei luoghi, in seguito si è rapportato tutto ciò alla strumentazione digitale disponibile, ai temi e agli obiettivi perseguiti, alla coerenza con le tecniche di elaborazione (*editing*) del prodotto finale.
Allo scopo di predisporre l'esecuzione di un video illustrativo di alcuni ambienti di Palazzo Sylos-Vulpano, è stato redatto un *progetto* del filmato da realizzare, secondo le tradizionali tecniche cinematografiche: si è proceduto alla redazione di uno *storyboard*, fatto prevalentemente da disegni preparatori, quali piante indicative della posizione del punto di vista della videocamera e schizzi prospettici descrittivi. Questi grafici si sono rivelati utili, poiché hanno rivestito il ruolo di guida nell'esecuzione delle riprese (*Figg. 68-70*). La conoscenza della strumentazione ha permesso la previsione della messa in opera delle tecniche, quali i movimenti della cinepresa rispetto al soggetto, la durata delle inquadrature, l'angolo di ripresa, l'uso di un'eventuale illuminazione ausiliaria, ecc.
Si è riflettuto a proposito delle possibilità costituite dalla tecnica di ripresa a "camera fissa" rispetto alla "camera mobile", interrogandosi sulla scelta sull'una o sull'altra, secondo l'oggetto da filmare.
Un soggetto delle riprese è rappresentato dal complesso vano di ingresso-atrio-scala: operando attraverso la camera fissa, posta in prossimità del vano che conduce all'atrio, si è proceduto alla registrazione di questo spa-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

zio, cogliendone l'articolazione dei volumi e le relazioni tra questi, lo stato di conservazione delle cortine murarie che vi si affacciano, delle coperture e dell'apparato decorativo, qui più ricco che altrove. Il ricorso alla camera mobile si è rivelato necessario per rappresentare il collegamento verticale costituito dalla rampa che conduce al primo livello del piano nobile: la camera ha fissato il medesimo percorso dell'operatore cogliendo la percezione del movimento verso la loggia.
In camera fissa è stata ripresa la volta a botte del vano scala, interamente leggibile lungo la sua estensione poiché ripresa dal pianerottolo di riposo.
Anche le relazioni tra la loggia del piano nobile e l'atrio sono state oggetto di differenti tecniche di ripresa: occorreva mettere in luce l'articolazione di questo volume proiettato verso uno spazio esterno e in grado di comunicare con gli ambienti interni del primo piano. La camera fissa ha registrato la percezione dall'alto dello spazio vuoto dell'atrio, degli elementi decorativi, e dello sviluppo delle cortine murarie; inoltre da questo punto sono partite le riprese, eseguite in camera mobile, della sequenza degli ambienti del suddetto piano che richiudendosi su se stessi, avvolgono il cortile. La camera, come un visitatore attento, riproduce con sufficiente realismo la percezione di questa sequenza spaziale.
Il piano interrato del palazzo, costituito da una serie di ambienti voltati e posti a differenti livelli, ha richiesto una successione di filmati che hanno portato alla luce nuove problematiche di esecuzione. Benché sia possibile eseguire riprese in condizione sfavorevoli di illuminamento, come esposto nella descrizione tecnica delle caratteristiche di camere a sensore digitale, è stato necessario il ricorso ad uno spot orientabile dall'operatore. In taluni casi, per la presenza di un'illuminazione provvisoria del cantiere, non è stato necessario illuminare ulteriormente l'ambiente, ma l'esperienza evidenzia la necessità di dispositivi di illuminazione autonomi alimentati da un gruppo elettrogeno, anche di modesta potenza, o da batterie portatili. Anche in questo caso la documentazione di rilievo è stata supportata e arricchita dalle videoriprese: l'edificio mostra, infatti, una successione di stratificazioni murarie, di differenti tecniche costruttive. Le difficoltà dell'esecuzione delle riprese risultano semplificate dalla tecnologia digitale: ambienti



Figg. 68 - 70: Disegni preparatori all'esecuzione delle riprese

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

molto piccoli non danno la possibilità di posizionare la camera sul suo supporto, tanto meno di ricorrere ad un supporto su ruote per la ripresa mobile, per via del piano di calpestio non perfettamente orizzontale. Questi strumenti, disponendo di stabilizzatore ottico dell'immagine ripresa, consentono il movimento della camera anche semplicemente manovrata a mano dall'operatore.

L'esperienza condotta nel Palazzo Vulpano, ha comportato l'impiego di un piccolo staff composto da due operatori, l'utilizzo di una videocamera digitale e di uno spot per illuminazione da almeno 250 Watt.

Il lavoro si è svolto secondo i seguenti tempi:

- circa *5 ore* per la progettazione delle riprese, non includendo lo studio preliminare dei dati del rilievo e dei tempi per un sopralluogo esaustivo;
- circa *4 ore* per l'esecuzione effettiva dei filmati;
- un periodo di lavoro che può raggiungere mediamente i *15 giorni*, impiegati per l'elaborazione di un prodotto finale in grado di definire correttamente l'oggetto delle riprese (includendo in questa operazione l'aggiunta di titoli, brevi descrizioni o commenti fuori campo).

Conclusioni.

L'esperienza di videorilevamento del Palazzo Sylos-Vulpano è stata utile per comprendere le potenzialità della tecnologia digitale, come supporto della memoria documentaristica e come registrazione di un particolare evento che coinvolge più soggetti o che illustra una procedura esecutiva.

Le tematiche, che restano aperte, sono inerenti la trasmissione e la comunicazione del prodotto finale concepito. Non bisogna dimenticare che l'oggetto rilevato rientra a pieno titolo nei Beni Culturali e a tale qualifica devono essere rapportabili i livelli di comunicazione e diffusione. Il materiale acquisito deve portare con sé l'attitudine a convergere verso le forme della documentazione comunicativa e archivistica (si pensi alla visione di un semplice filmato, per esempio) ma deve anche risultare efficace ed esaustivo nei contenuti che una versione multimediale ed interattiva richiedono. La semplicità della comunicazione non deve entrare in conflitto con le specifiche della tecnologia digitale.

Non riteniamo infondata l'apertura di quest'esperienza verso nuove figure professionali, detentrici di un sapere specialistico e di relazione tra i vari ambiti culturali qui coinvolti, ed in crescita continua per l'utilizzo specifico di tecnologie digitali avanzate.

Le possibili uscite si arricchiscono di gran lunga nell'ipotesi di una diffusione sul web. La tecnologia digitale trova qui la sua ideale configurazione e risulta dunque attuabile ogni comunicazione tra il Bene rilevato e il target dei fruitori: il dispositivo sarebbe allora in grado di trasmettere dati descrittivi, visivi ed infografici, sia nelle forme della archiviazione che in quelle del controllo remoto.

Infine, in coerenza con il progetto Iris-CNR che ha come interlocutore primario la piccola e media impresa, il carattere trasversale della ripresa video, tra la registrazione dell'ambiente, l'esecuzione tecnica dei rilievi, l'impianto e la conduzione del cantiere, illustra chiaramente quei documenti che finora apparivano solo in forma descrittiva. Intendiamo anticipare qui la possibilità di confezionare un *capitolato filmato*: in questo alla descrizione tecnica degli interventi, si affiancherebbe un sintetico *videoclip* illustrativo.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

NOTE

[1] I riferimenti all'architettura presenti nella storia del cinema sono stati di supporto allorquando si assiste a significative concatenazioni di luoghi e vicende, ovvero lì dove spazio e tempo, sullo schermo, giocano un ruolo di primo piano nella narrazione. Questo ruolo talvolta sembra prevaricare la trama al punto da connotare il film nella memoria dello spettatore: ci si riferisce ad una sorta di espressività del regista che si traduce in una visione artistica dell'ambiente. E. Panofsky indicava, in tali casi, il cinema come mezzo di dinamizzazione dello spazio e contemporaneamente spazializzazione del tempo (M. Dear, Between film and architecture, in AD n. 11/12 del dicembre 1994). Ed anche l'identificazione dei percorsi dell'occhio, nel pensiero del regista sovietico Sergei Einsenstein, forniscono un ausilio in questa esperienza: il percorso cinematico, in cui lo spettatore segue una linea immaginaria fra una serie di oggetti, ed il percorso più spiccatamente architettonico, nel quale lo stesso spettatore si muove attraverso una serie di fenomeni disposti accuratamente e che egli assorbe in successione con il suo senso visivo (M. Dear, op. cit.).

[2] Fonte www.pertel.it/html7tvc.htm , curato da Pertel s.r.l.

[3] E. Battisti, Difendendo la storia araba in Israele: i rilievi di S. Giovanni d'Acri, in atti del convegno tenutosi a Perugia nel 1989, in XY n. 11/12 del 1989

[4] "L'uomo di Altamura e il progetto SARASTRO - Il museo dal campo della grotta di Lamalunga", CD-ROM multimediale a.c. del prof. V. Pesce Delfino, Consorzio di ricerca Digamma, Bari, 2000.

[5] Progetto e Direttore Lavori: prof. arch. Angelo Ambrosi

[6] Anna C. Maiorano, La rappresentazione in progress dal progetto al cantiere di restauro, Tesi di Dottorato in Rappresentazione dell'Architettura e dell'Ambiente, ciclo XVII, Bari 2004

[7] Fonte www.icr.beniculturali.it

[8] Fonte www.brandolin.it

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

APPENDICE

1.5. ELEMENTI DI PARTICOLARE QUALITÀ TECNICO, VISUALE E STILISTICA: DALLE VOLTE "A LUNETTE" DI PALAZZO VULPANO A BITONTO ALLE VOLTE DELL'AREA SALENTINA.

A. AMBROSI, G. ROSSI

Lo studio dell'architettura pugliese offre spunti di notevole interesse sul tema delle volte presentando sistemi di copertura con particolari requisiti di qualità tecnica, visuale e stilistica: basti citare le "cupole in asse" del periodo medioevale, le "false cupole" dei trulli e le cosiddette "volte leccesi".

In questo contesto sono state analizzate le volte del Palazzo Vulpano, e in particolare quella dell'atrio di ingresso. Volte simili a questa compaiono nelle coperture dei vani attigui all'atrio ed al cortile scoperto. Il tipo di volta qui rappresentato è una variante della volta a padiglione su lunette, molto frequente nel primo Rinascimento a Roma (ad es. nel palazzo Venezia) e nell'Italia centrale (ad es. nel Palazzo Ducale di Urbino). Caratterizzano questo tipo la presenza di archi in diagonale, tra i peducci più vicini agli angoli dell'ambiente coperto e il profilo molto ribassato della zona centrale che, mancando dei segni di intersezione tra le superfici cilindriche che compongono la volta, suggerisce l'idea di continuità che caratterizza la volta a vela. Le figure di rilievo possono dare una più chiara comprensione di questo particolare effetto, ma sono necessari ulteriori approfondimenti per comprendere fino a che punto la continuità superficiale è ottenuta con lo stucco o con conci di angolo tagliati in modo da ottenere un raccordo delle falde del padiglione. La nostra ricerca ha richiesto oltre ad un rilievo mediante stazione totale, anche l'ausilio delle più recenti tecniche laser scanner. È valsa anche l'esperienza maturata nella ricerca sull'area salentina, dove sono presenti superfici voltate particolarmente interessanti. Nonostante i vari studi sull'argomento, quest'ultimo fenomeno è ancora poco conosciuto dal punto di vista geometrico, per cui riteniamo opportuno esporre i risultati delle nostre indagini.

Costruite con materiali di facile lavorabilità, quali sono la "pietra leccese" e il tufo locale[1], le cosiddette "volte leccesi" sono diffuse ad ampio raggio su tutta l'area geografica del Salento, dove questo materiale si trova comunemente, e, sporadicamente, in altre parti della Puglia e della Basilicata. Si tratta di un modulo strutturale assolutamente connaturato con l'espressione architettonica, che ha segnato con la sua presenza sia gli edifici più importanti, che l'edilizia minore, in un arco temporale che va dal tardo Cinquecento fino ai nostri giorni, con una evidente uniformità di tipi e di modelli. La riconoscibilità dell'elemento costruttivo "volta leccese" sta nella configurazione a stella dell'insieme di superfici che forma all'intradosso, dando luogo a soluzioni semplici del genere della *fig. 72.13 e 72.15*, riscontrabili in tutta l'edilizia minore dell'area indicata, o a soluzioni di una certa complessità, come sono quelle illustrate in questa sede.

Gli studiosi[2] hanno, prevalentemente, guardato alle configurazioni su pianta quadrata indicate, già dall'Ottocento, con i termini di volta a spigoli e volta a squadro[3]. E' opportuno osservare, da un lato, che questi tipi sono più diffusi negli edifici civili e ,dall'altro, che i disegni che li rappresentano fino ad ora pubblicati, tranne qualche caso[4], sono sommari e, talvolta, basati su rilievi errati[5].

Una, sia pure parziale, presa di visione dello spettacolare patrimonio di edifici religiosi del Salento, attraverso visite, sopralluoghi e rilievi, ci ha trasmesso l'idea di una più grande varietà di forme e, nel contempo, della necessità di un uso più ampio della rappresentazione per la comprensione del fenomeno.

Con il presente articolo ci proponiamo di presentare una estrema sintesi dei risultati della ricerca tuttora in corso ritenendo che possa utilmente inserirsi in vari ambiti di

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

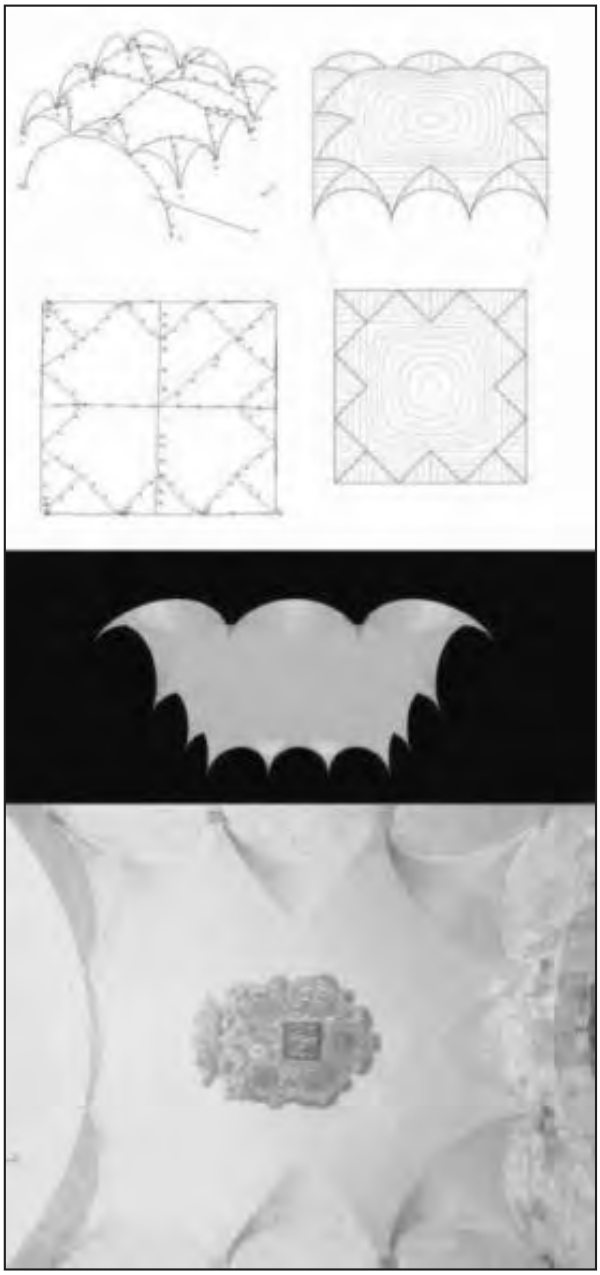


Fig. 71a: Palazzo Vulpano a Bitonto (Bari), atrio di ingresso.
Rilievo celerimetrico e prime elaborazioni: vista assonometrica del modello con le sequenze di punti unite da tratti rettilinei (a), pianta (b), ipotesi geometrico della pianta e della vista assonometrica a curve di livello (c), modello rendering (d). La volta risulta nella parte centrale molto ribassata. L'assenza di intersezioni tra superfici cilindriche suggeriscono superfici continue sul modello delle volte a vela.
(Rilievo celerimetrico Stefania Angiulli, Paolo Perfido)

Fig. 71b: Palazzo Vulpano a Bitonto (Bari), atrio di ingresso. Rilievo con laser scanner. Viste della nuvola di punti. Pianta a curve di livello (passo ogni 1,5 cm.) e vista assonometrica.
L'acquisizione con laser scanner (Cyrax 2500) è stata realizzata con stazione nel cortile interno, risulta pertanto in ombra (area non raggiunta dal laser) la parte della volta in prossimità della zona scoperta per la presenza dell'arco di separazione tra i due spazi.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

studi: da quelli relativi alla rappresentazione a quelli storici e, infine a quelli della cultura materiale della costruzione.

Il nostro lavoro di indagine si è diretto alla documentazione grafica delle soluzioni di coperture voltate nelle chiese a partire dai rilievi analitici, condotti con differenti tecnologie. Sono stati eseguiti, in particolare, i rilievi delle volte nella collegiata di Maglie (Le) (*Figg. 73a,73b, 80,81,82)*, della grande volta del coro della chiesa di San Domenico a Molfetta (Ba) (*Fig. 74*) e delle volte della chiesa di San Domenico a Gallipoli (Le) (*Fig. 75*).

Le volte della Collegiata di Maglie sono intonacate; non è stato, perciò, possibile riconoscere l'andamento dei filari e desumere il sistema costruttivo con le relative geometrie. Si è proceduto, pertanto, in un primo momento, a rilevare le linee d'intersezione tra le diverse superfici, utilizzando come puntatore un distanziometro laser fissato su un cavalletto, per trasformarle in una sequenza di punti. Questi ultimi sono stati rilevati, per collimazione, con una Stazione totale Nikon NPL 820. Solo in un secondo momento si è utilizzato il Laser Scanner modello Cyrax 2500. Con questa apparecchiatura sono stati rilevati gli intradossi di tutte le volte della chiesa ottenendone l'ipografia complessiva. (*cfr. Fig. 73b*).

La grande volta del coro della Chiesa di San Domenico a Molfetta ha invece la tessitura muraria a vista. Si è scelto di rilevare le linee di intersezioni delle diverse superfici, non con punti scelti in maniera arbitraria, ma in corrispondenza dei filari e sui vertici dei conci, per collimazione con la stazione totale.

La chiesa di San Domenico a Gallipoli è scialbata, anche se in molti punti il leggero strato di latte di calce si è distaccato lasciando intravedere la tessitura muraria e alcune decorazioni ricavate direttamente sulla superficie di alcuni conci tufacei. In questo caso si è proceduto con un rilievo al Laser Scanner.

I singoli punti o la nuvola di punti sono stati in un primo momento restituiti con appositi software, Registra per i

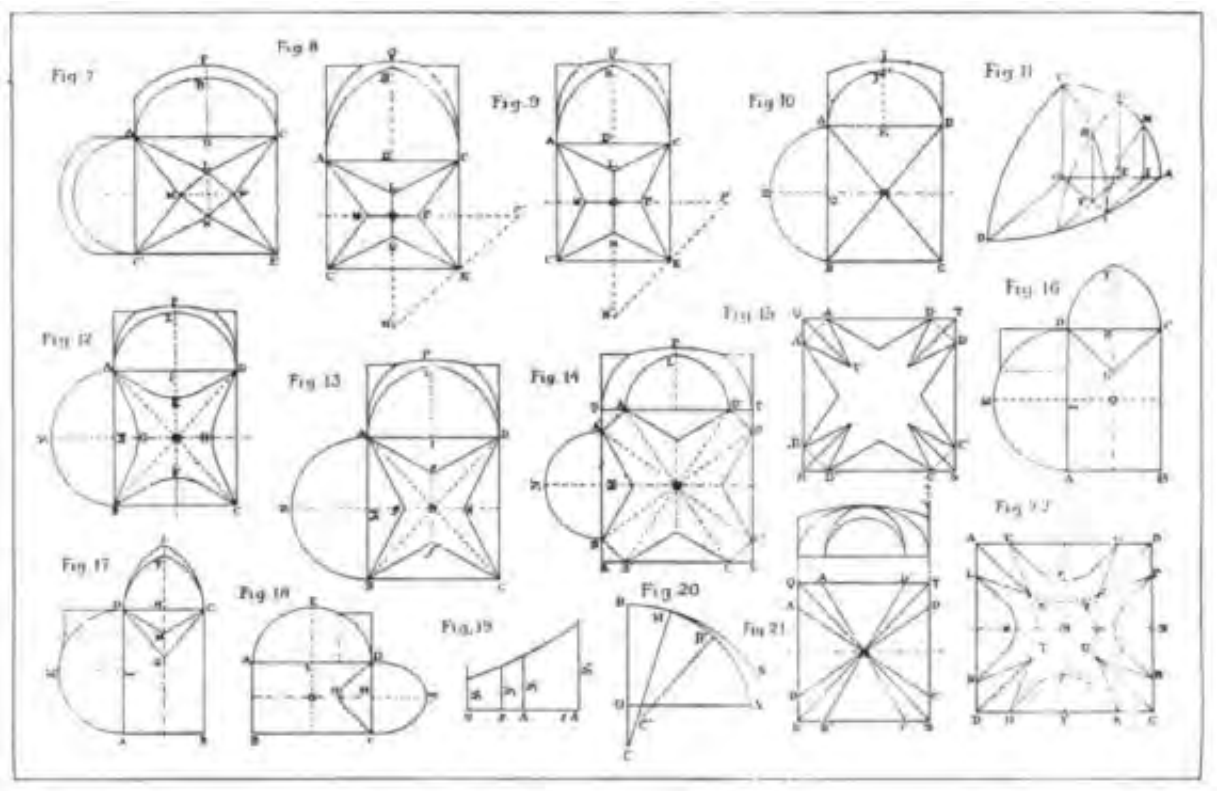


Fig. 72. Volte Leccesi, R. Gentile, Misura tecnico pratica delle volte, 1878 Lecce, tav XVIII.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

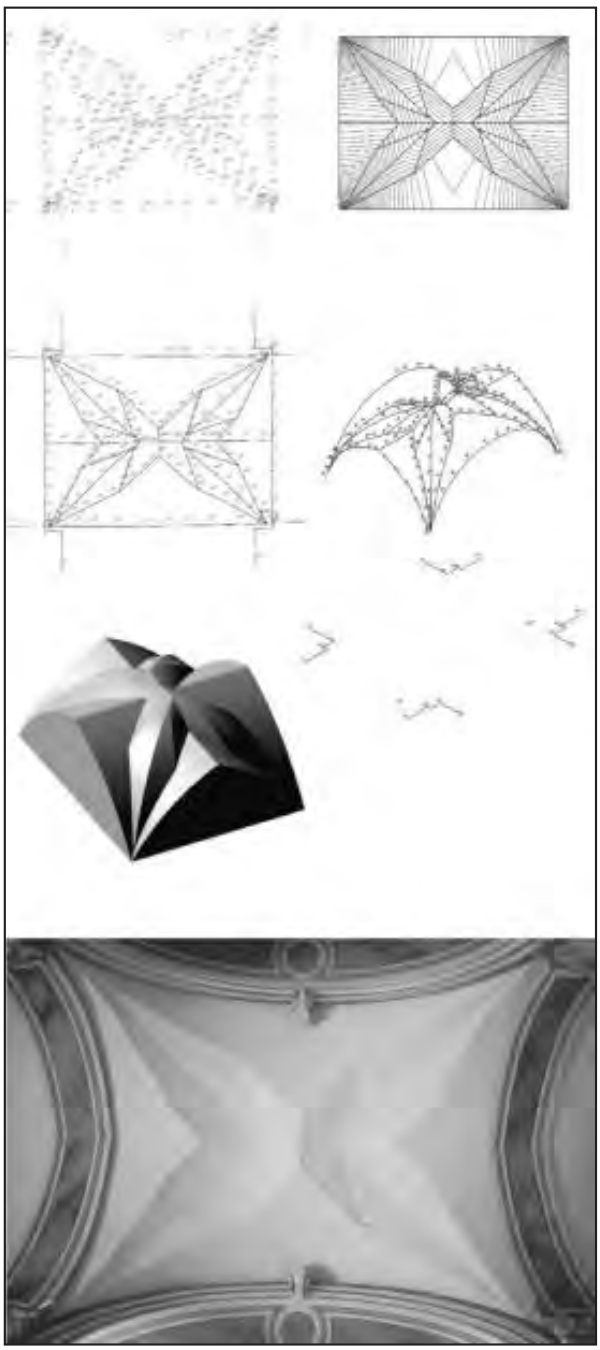


Fig. 73a: Collegiata di Maglie (Lecce), navata laterale. Rilievo celerimetrico e prime elaborazioni: pianta dei soli punti (a), pianta con le sequenze di punti unite da tratti rettilinei (b), piano quotato con equidistanza 10 cm (c), vista assonometrica dei soli punti, modello della volta (d). (Rilievo celerimetrico Stefania Angiulli, Paolo Perfido)

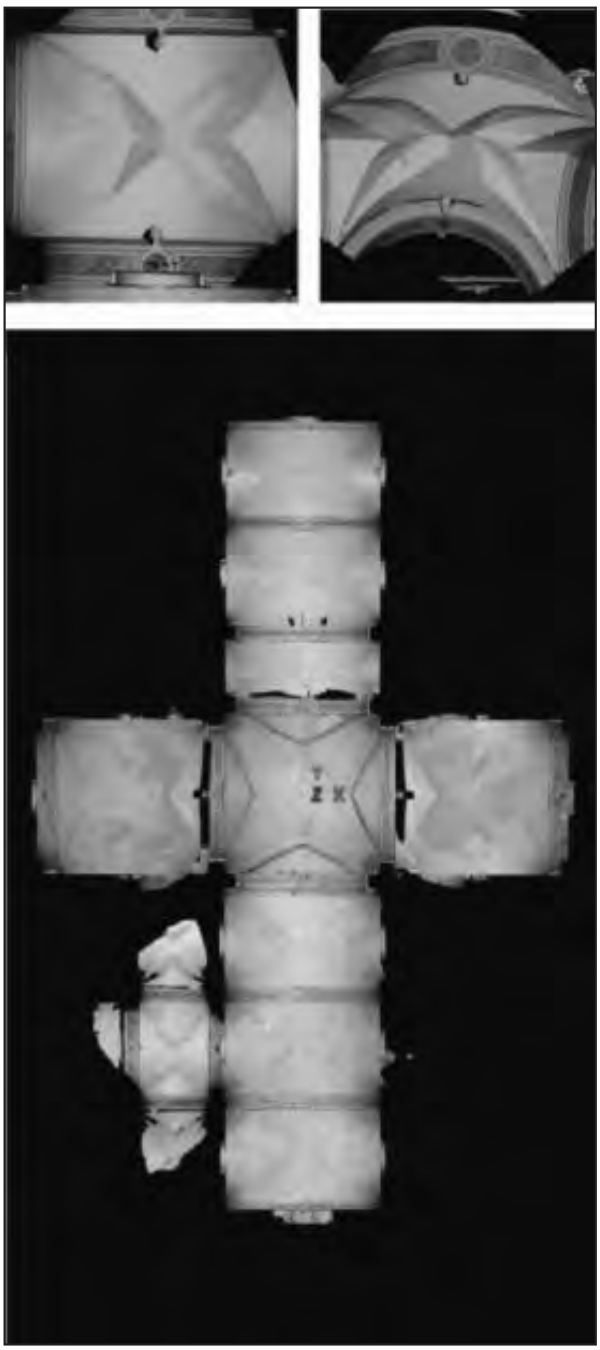


Fig. 73b: Collegiata di Maglie (Lecce). Rilievo con laser scanner. Viste prospettiche della nuvola di punti di una campata della navata laterale. L' ipografia complessiva della chiesa è risultato dell'unione di 17 differenti acquisizioni di nuvole di punti.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

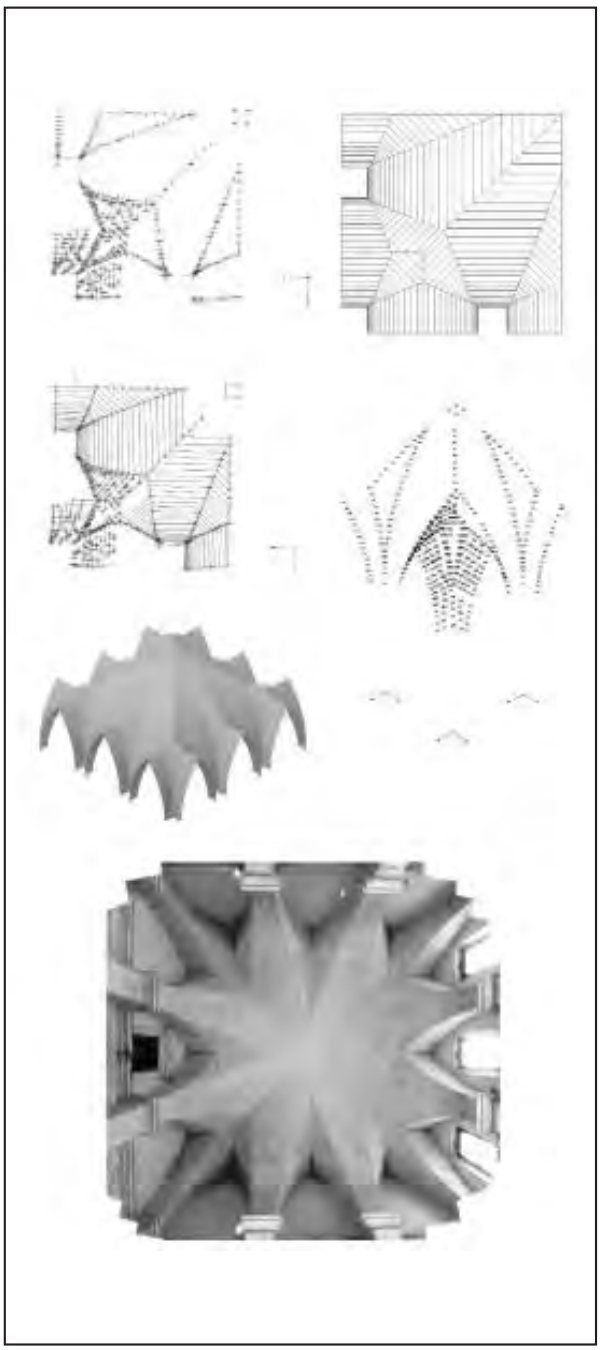


Fig. 74: San Domenico a Molfetta (Bari), volta del coro.
Rilievo celerimetrico e prime elaborazioni: pianta di soli punti (a), pianta con le sequenze di punti unite da tratti rettilinei (b), piano quotato (c), modello della volta (d).
(Rilievo celerimetrico P. Milillo, G. Rossi)

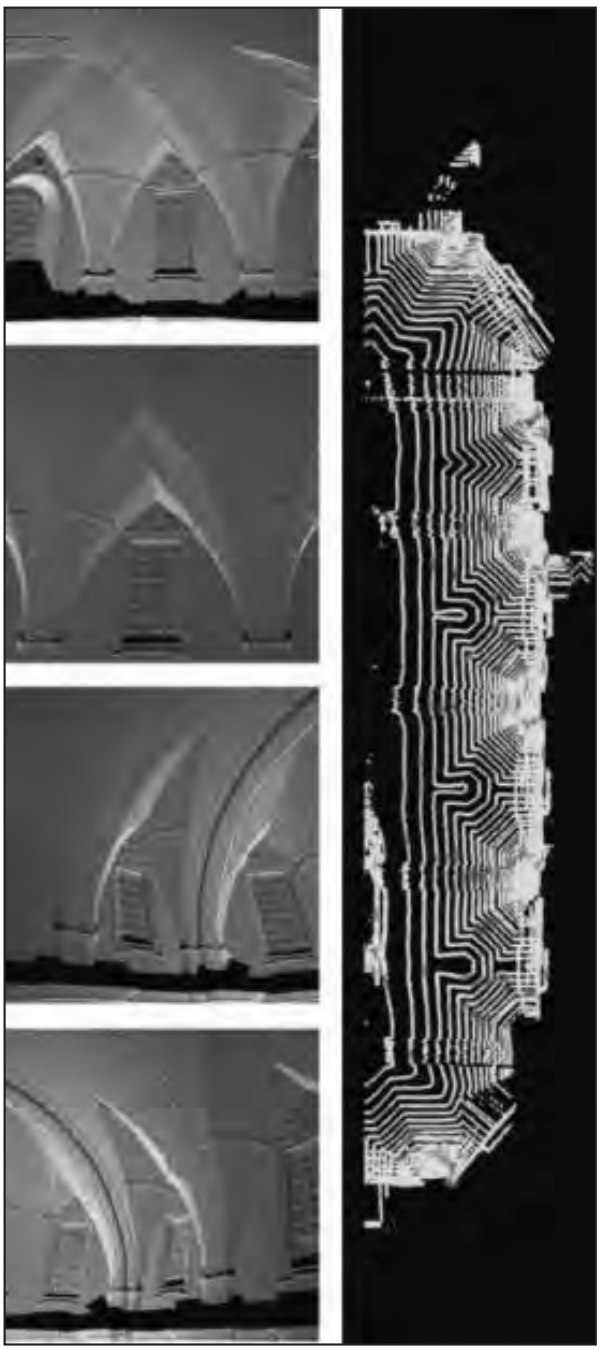


Fig. 75: Chiesa di San Domenico a Gallipoli (Lecce),
Rilievo con laser scanner.
Viste prospettiche delle singole nuvole di punti.
Ipografia parziale della navata a curve di livello (passo ogni 10 cm.).

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

punti battuti con la stazione totale laser e Cyclone per la nuvola di punti acquisita con il laser scanner[6], e successivamente elaborati da un CAD 3D per la creazione di modelli a curve di livello e con mesh.

Queste operazioni hanno evidenziato i seguenti principali caratteri che denotano il tipo volta leccese:

1) Le composizioni sono governate dalla simmetria.
2) Le curve di livello delle superfici intradossali, sono tendenzialmente rettilinee e parallele, mostrando l'intenzione di costruire volte composte da vele cilindriche a generatrici variamente orientate, ma, sostanzialmente, orizzontali. Conferme di questo dato tendenziale si hanno dalle disposizioni dei conci, ogni volta che la superficie dell'intradosso non è intonacata e la struttura è a vista. Sono stati, tuttavia, riconosciuti andamenti delle curve di livello non rettilinei soprattutto in volte intonacate in corrispondenza delle intersezioni delle singole superfici. Si potrebbe riconoscere nella volontà di sottolineare questi spigoli una reminescenza dei costoloni medioevali.
3) Le intersezioni tra le superfici hanno le loro proiezioni in pianta tendenzialmente costituite da tratti rettilinei. Ciò significa che le curve sono disposte su piani verticali e che sono intersezioni di semicilindri di eguale raggio, con gli assi disposti alla stessa quota ma diversamente orientati.

Queste prime indicazioni sono state verificate sulle volte di una cinquanta edifici di culto del Salento. I sommari rilievi fotografici e le analisi dei manufatti dal basso condotti e, infine, qualche riscontro nelle notizie storiche relative ai vari edifici su questo ampio campione, confermando caratteri precedentemente rilevati, hanno posto in evidenza la persistenza del ciclo costruttivo nel tempo.

Il primo carattere è di grande importanza poiché fa pensare che le proiezioni orizzontali delle volte sono pensate planimetricamente, anche se, chi le progettava e le costruiva doveva avere bene in mente gli effetti spaziali e chiaroscurali. A partire da questa considerazione abbiamo provato a studiare le volte come configurazioni simmetriche generate da pattern e da una serie gruppi di movimenti nel piano. Ne è scaturito un ordine o una regola compositiva delle forme, che senza pretendere di dare una spiegazione univoca, può costituire una guida alla lettura.

All'inizio della sequenza logica di osservazioni poniamo una volta a botte, classica copertura di una stanza rettangolare. Se si vuole aprire una finestra in una posizione tale da interferire con l'imposta, necessariamente bisognerà innestare una lunetta sulla botte. Si immagini che la lunetta sia costituita da falde cilindriche di raggio eguale a quello della volta principale *(cfr. figura 76a)*. La lunetta sarà ad arco acuto e sarà rappresentata in pianta da un triangolo con i lati inclinati a 45° rispetto ai bordi della stanza. Isoliamo ora l'angoloide della lunetta che altro non è che uno spigolo convesso di una normale volta a crociera *(Fig. 76b)*.

E' questo il pattern di una serie di composizioni dalle quali derivano altri pattern più complessi. A questo pattern possiamo contrapporre quello costituito dallo spigolo concavo di una volta a padiglione *(Fig. 76c)*.

Componendo i due pattern elementari delle figure 4b e 4c avremo una serie di pieghe nella superficie degli intradossi, con effetti di profondo chiaroscuro e con probabile funzione strutturale *(Fig. 76d)*. Proviamo, ora, a sfaccettare lo spigolo della fig. 76b , introducendo una ulteriore falda cilindrica di eguale raggio. Avremo in pianta la fig. 76e che mostra come lo spigolo si sia biforcato in due ulteriori spigoli tra loro formanti, in pianta, un angolo di 45°. Possiamo ora alterare il pattern così formato, riducendo o aumentando l'angolo di 45° . Ciò darà origine ad una falda cilindrica di sezione ellittica. L'asse verticale dell'ellisse di sezione sarà quello maggiore quando l'angolo sarà maggiore di 45° *(Fig. 76f)* e sarà quello minore quando l'angolo sarà minore di 45° *(Fig. 76g)*. Applicando la simmetria bilaterale sui pattern di una delle figg. 76e, 76f e 76g, possiamo ottenere la fig. 76h. Si tratta di un nuovo pattern, che è la tipica lunetta composita delle volte leccesi. Possiamo introdurre su questo pattern delle variazioni che corrisponderanno a varie forme. Nel caso esposto dalle figure 76i, 76l e 76m, otterremo per ribaltamento una disposizione molto frequente nelle navate centrali delle chiese salentine. Come si vede dalle figure, le lunette contrapposte possono, a secondo della loro luce, essere indipendenti, toccarsi su un vertice, o interferire tra loro, interrompendo la continuità della botte principale.

Applicando sulla figura 76e la simmetria di rotazione di ordine IV, avremo la cosiddetta "volta a spigolo", molto

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

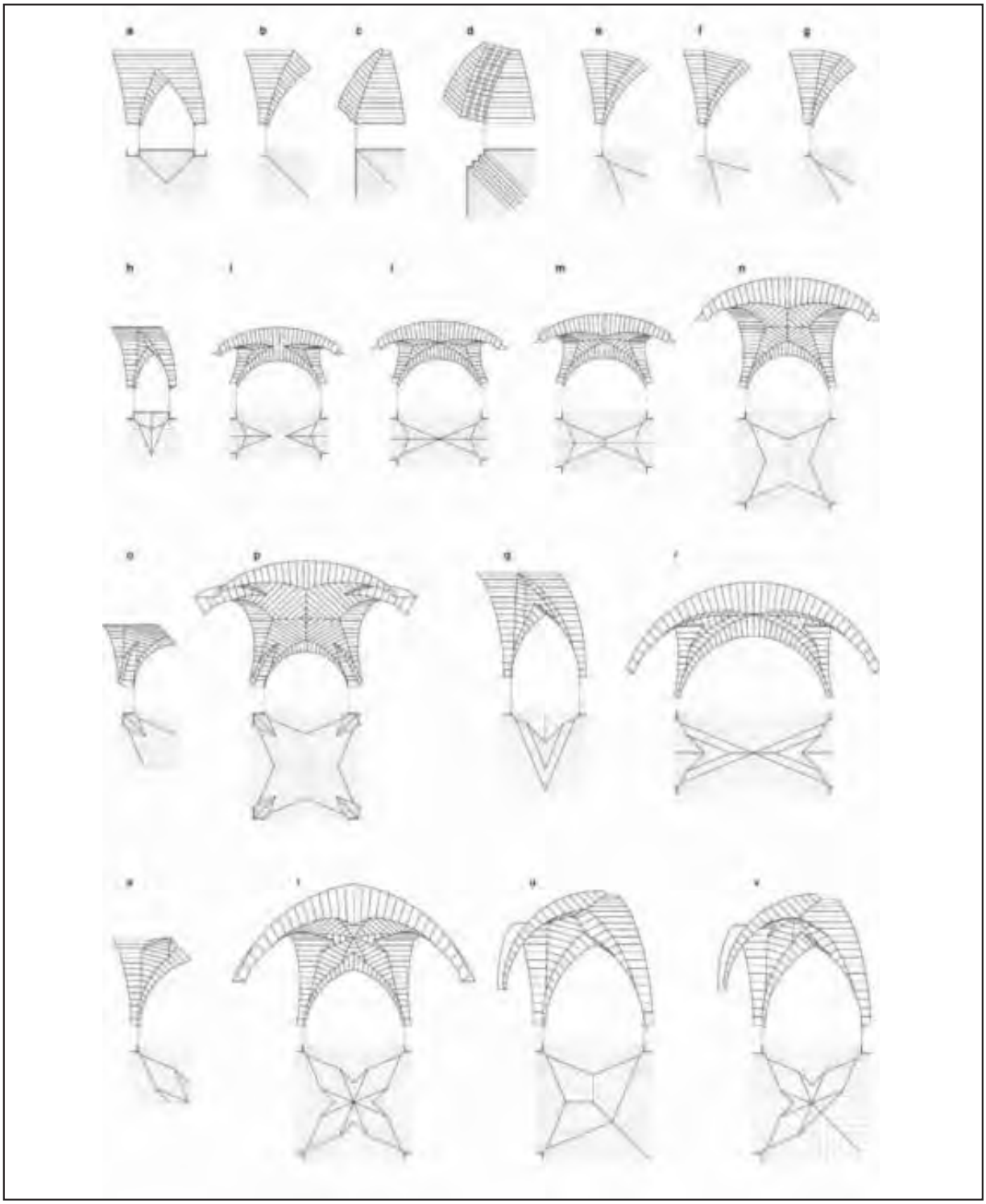


Fig. 76. Principali patterns della volta leccese.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

comune nell'edilizia civile *(Fig. 76n)*. Accanto a questa soluzione, va considerata l'altra, nella quale lo stesso pattern della figura 76e, viene innestato su un punto del perimetro della stanza che si discosta dal vertice di una piccola quantità ed è, poi, ribaltato lungo la diagonale della stanza, generando un incavo, detto comunemente "cappuccio" *(Fig. 76o)*. Alla figura così ottenuta si applica la rotazione di ordine IV che dà come risultato la "volta a squadro", anche essa comune nell'edilizia civile *(Fig. 76p)*. E' possibile modificare ulteriormente il pattern della figura 76e, introducendo altre sfaccettature sui due spigoli, che si dividono ulteriormente in due *(Figg. 76q, 76e, 76s, 76t)*, generando soluzioni di una certa complessità, con sorprendenti effetti geometrici e chiaroscurali visibili soprattutto nelle volte delle chiese. Infine, uno dei pattern delle *Figg. 76e, 76f, 76g*, può essere adattato al coro rettangolare di una chiesa, come nel caso di san Domenico a Molfetta, ribaltandolo su due assi ortogonali e, poi, raccordandosi con la testa di padiglione *(Figg. 76u e 76v)*.

Per dare un'idea delle geometrie generate dalla combinazione delle superfici cilindriche, senza pretendere di esaurire una casistica molto ampia, rinviamo all'illustrazioni dei seguenti esempi: duomo di Gallipoli[7] *(Fig. 77)*, chiesa dell'Immacolata a Squinzano[8] *(Fig. 78)*, chiesa di Sant'Angelo a Tricase[9] *(Fig. 79)*.

La letteratura esaminata ha evidenziato una generale disattenzione al tema delle volte da parte degli storici dell'architettura. Nessuno studioso ha cercato di fare chiarezza sul momento della comparsa di questo modulo strutturale, tantomeno ha tentato di attribuirne la paternità a qualche architetto o a qualche maestranza che potrebbe averlo inventato o importato da altri luoghi. Né è stato analizzato in profondità il complesso sistema geometrico di queste superfici come se gli straordinari effetti chiaroscurali, che sono in grado di generare, avesse un ruolo di secondo piano rispetto al ricco apparato decorativo degli altari e degli alzati. Gli studiosi di storia dell'architettura non hanno tentato di mettere in relazione l'evoluzione geometrico-decorativa del sistema delle coperture con l'evolversi del gusto architettonico. Quale contributo si può dare alla soluzione di queste problematiche dopo le esperienze di rilievo che qui presentiamo?

Con le opportune cautele, riteniamo che si possa collocare cronologicamente la comparsa del sistema di copertura negli ultimi decenni del XVI secolo, ambito cronologico nel quale sono attestati i primi esempi appartenenti ad edifici religiosi[10]. Sulla paternità del modello, in attesa di accurate indagini archivistiche, si possono fare per il momento solo ipotesi di studio, concentrando l'attenzione sulle figure degli architetti e delle maestranze operanti in determinati anni ed in determinati edifici[11]. Provando a mettere in relazione i modelli geometrico-decorativi con la cronologia degli edifici sembrerebbe possibile delineare per grandi linee un'evoluzione. Il sistema di coperture si presenta, nei primi esempi, cioè negli anni a cavallo tra la fine del XVI secolo e i primi decenni del secolo successivo, caratterizzato dalla presenza di grossi cordoni che, pur rimandando ai costoloni delle volte a crociera gotiche, sono disposti, prevalentemente, sulle generatrici, o sulle circonferenze direttrici, piuttosto che sulle linee di intersezione delle superfici che compongono l'intradosso delle volte.

C'è inoltre da considerare che in questi primi esempi di volte gli intradossi non sono intonacati o scialbati, ma sono spesso lasciati a vista, per evidenziare meglio la presenza di decorazioni incise direttamente sulla superficie dei conci[12]. L'utilizzo dei cordoni, già presente nelle volte a padiglione e a botte della prima metà del XVI secolo porterebbe a superare l'interpretazione di molti studiosi di una ascendenza gotica della volta leccese[13], invogliando invece a considerare possibile una commistione tra gotico internazionale e prime esperienze rinascimentali.

Nel corso del secolo XVII e XVIII questi elementi cordonati scompaiono lasciando spazio a soluzioni compositivo-formali sempre più complesse cui si abbinano apparati decorativi in stucco propri del gusto tardo barocco[14]. L'Ottocento e i primi decenni del Novecento attestano un utilizzo di modelli semplificati, quali la volta a spigoli o la volta a squadro, quasi corrisponda a questo periodo una minore abilità costruttiva.

Su ognuna di queste osservazioni riteniamo opportuno ritornare, con altre ricerche, operando con altre rilevazioni, su un campionario più vasto di volte, e facendo confronti con forme analoghe dello stesso periodo ubicate in altri contesti geografici.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

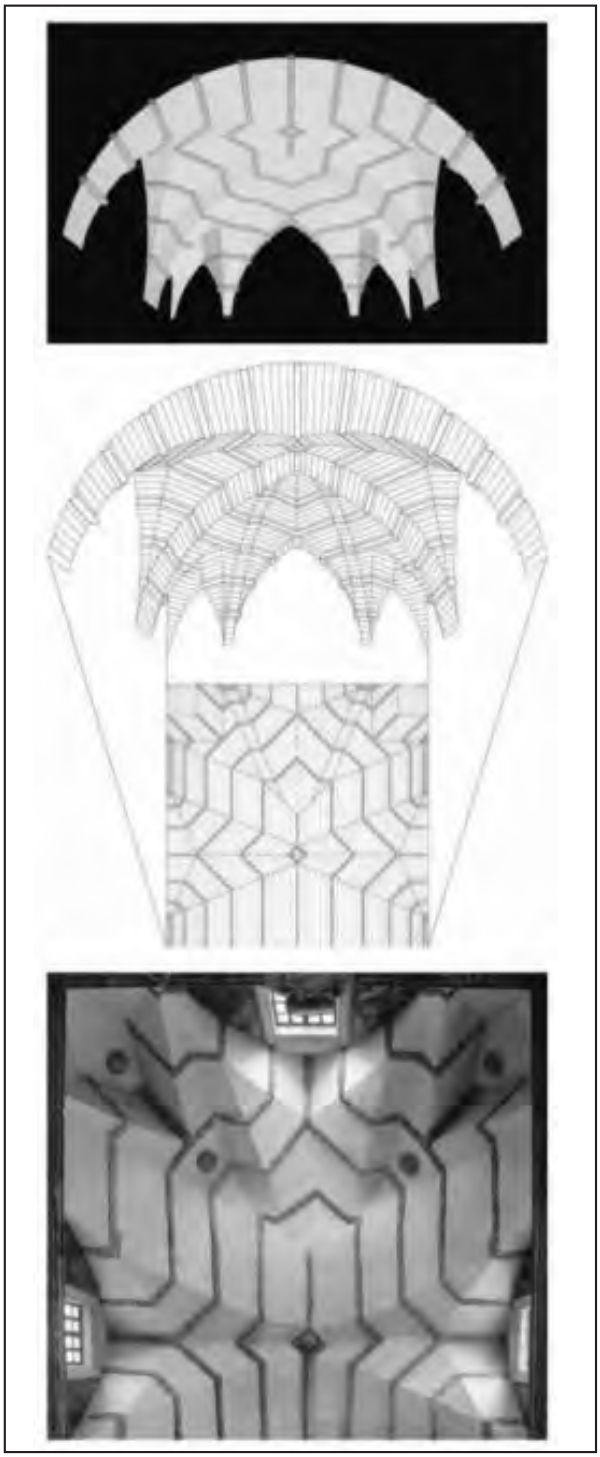


Fig. 77. Duomo di Gallipoli (Lecce), volta laterale del transetto. Modello, vista prospettica e ipografia, vista fotografica della volta.

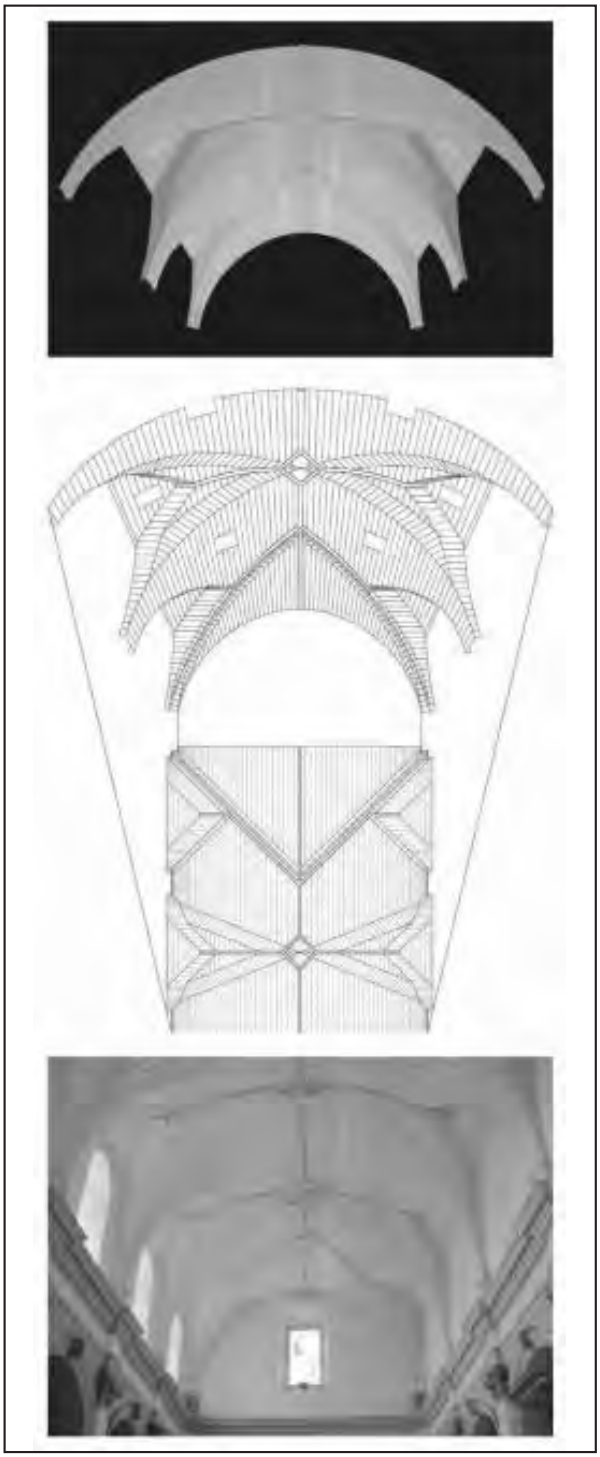


Fig. 78. Chiesa dell'Immacolata a Squinzano (Lecce). Modello, vista prospettica e ipografia, vista fotografica della volta.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

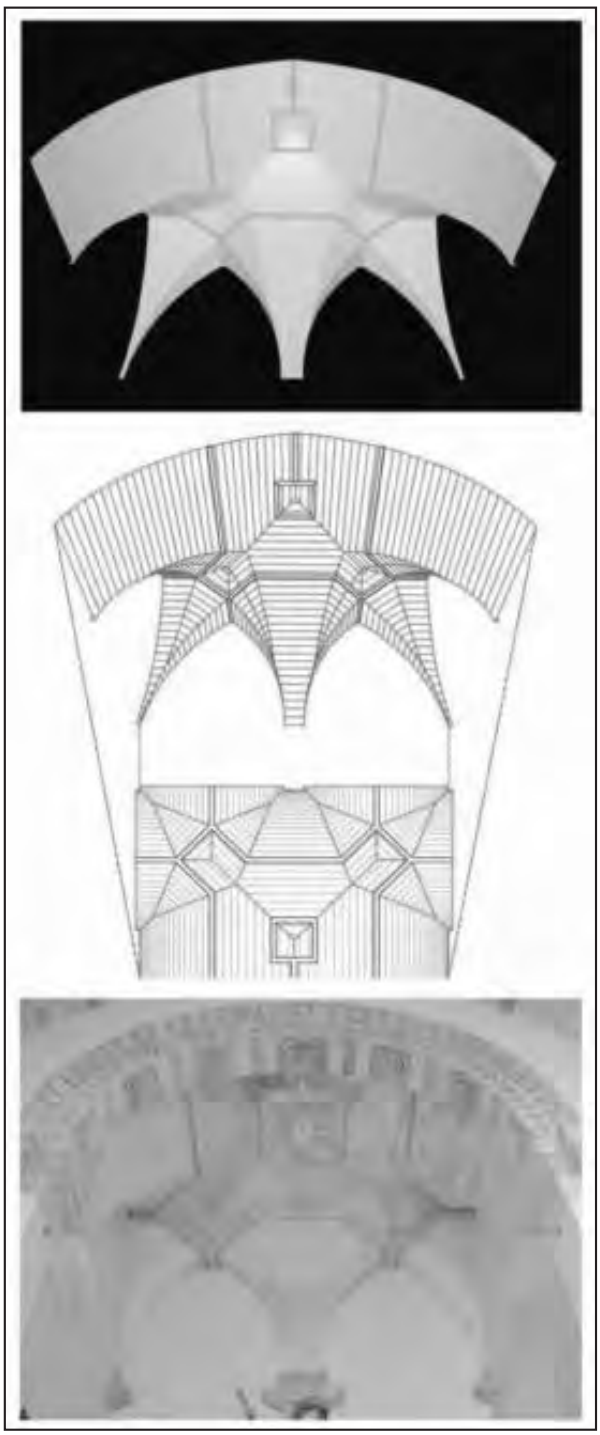


Fig. 79. Chiesa di Sant'Angelo a Tricase (Lecce).
Volta dell'area absidale, modello, vista prospettica e ipografia, vista fotografica della volta.

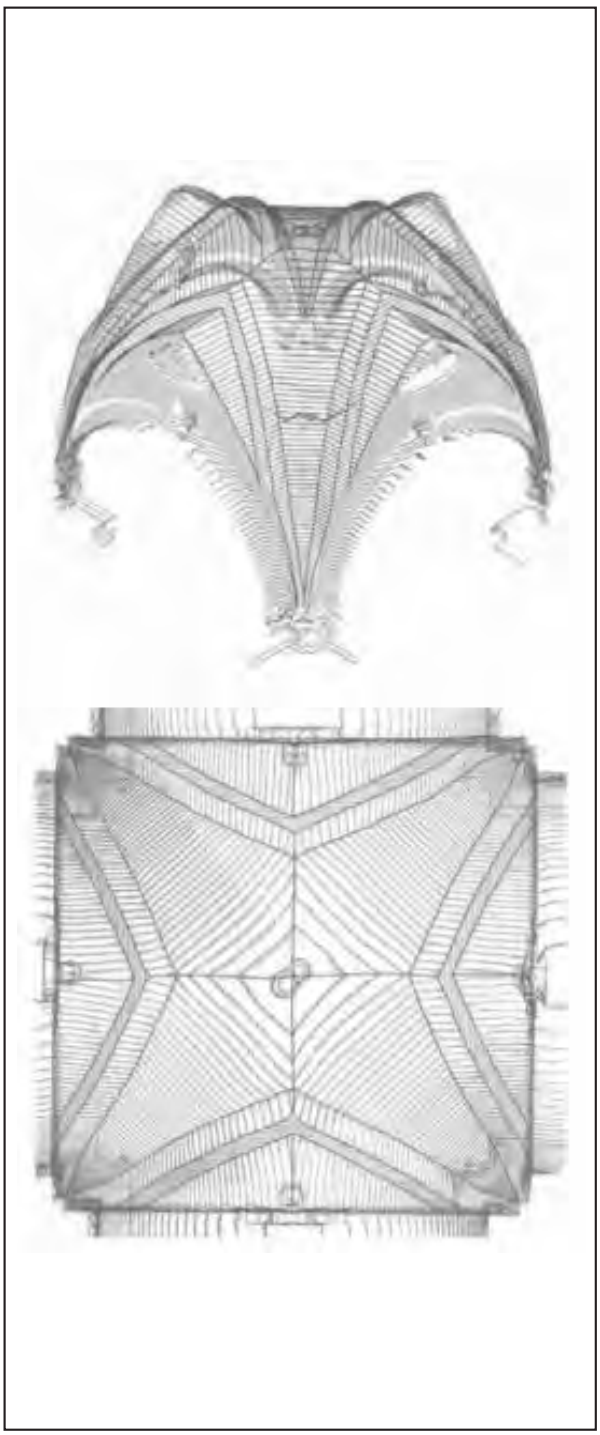


Fig. 80. Collegiata di Maglie (Lecce).
Rilievo con laser scanner. Intersezione tra navata centrale e transetto. Pianta e curve di livello (passo ogni 10 cm) e vista assonometrica.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

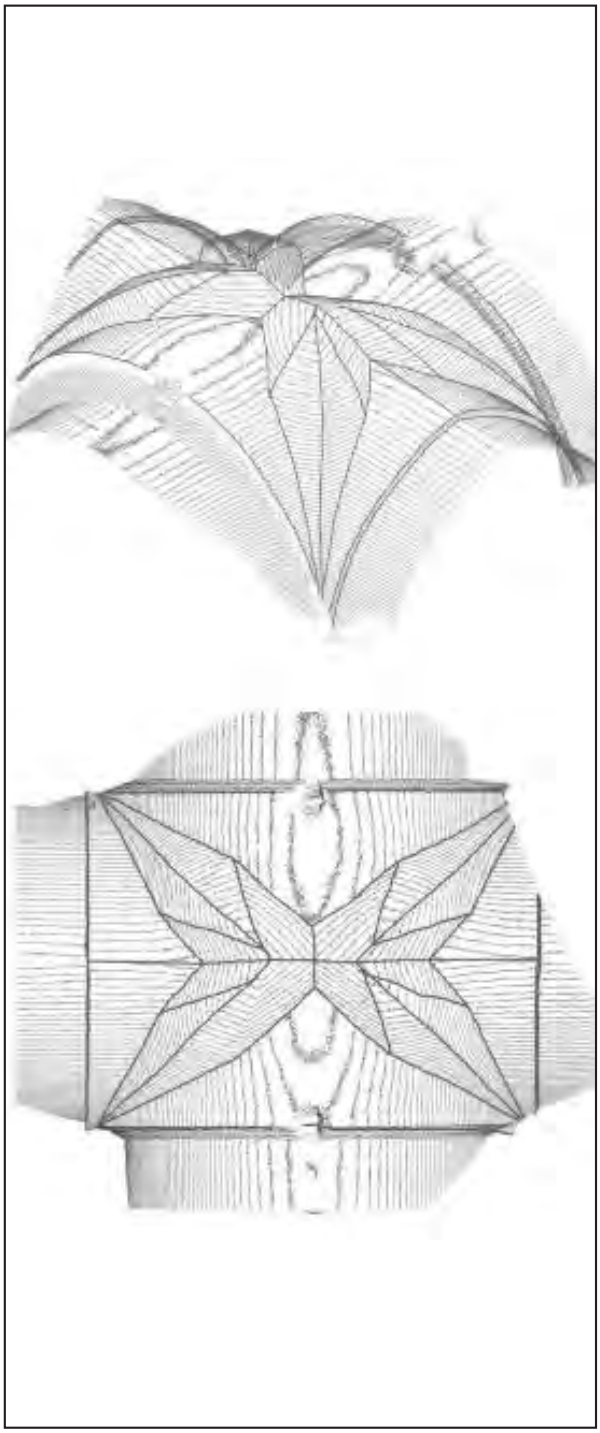


Fig. 81. Collegiata di Maglie (Lecce).
Rilievo con laser scanner. Navata laterale. Pianta a curve di livello (passo ogni 2,5 cm) e vista assonometrica.

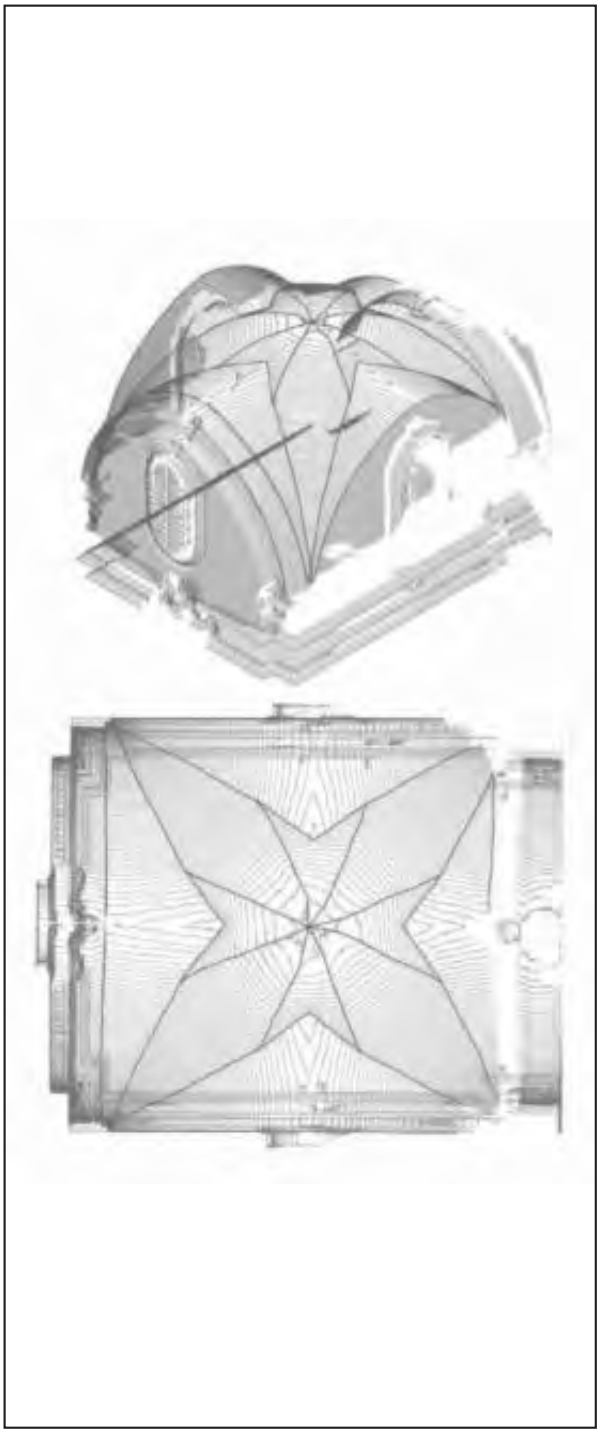


Fig. 82. Collegiata di Maglie (Lecce).
Rilievo con Laserscanner. Transetto. Pianta a curve di livello (passo ogni 4 cm) e vista assonometrica.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

NOTE

[1] In "pietra leccese" sono realizzate le parti iniziali delle volte dall'imposta sporgente dal piano delle murature o dei pilastri per un numero limitato di conci, disposti ancora secondo un giacitura orizzontale, il cui numero varia in relazione alla dimensione del vano che si intende coprire (questa parte della volta è indicata col termine "appesa"). Il successivo sviluppo delle superfici è realizzato interamente in tufo o in alcuni casi dell'area occidentale della penisola salentina in *carparo*, pietra tufacea di colore giallo paglierino.

[2] Le prime citazioni sulle volte leccesi sono in piccoli trattati di misurazione delle fabbriche e di pratica edilizia, scritti alla fine dell'Ottocento da architetti locali: cfr. R. Gentile, *Misura teorico-pratica delle volte*, Lecce 1878 che dedica un intero capitolo alla Misura delle volte a spigoli e *Misura delle volte a squadro aperto*, pp. 55; Cfr. inoltre: Carlo Luigi Arditi, *Guida tecnico pratica ai lavori di fabbrica*, Lecce, 1888 e *L'architetto in famiglia. Nozioni e precetti pel proprietario nel fabbricare*, Matino (Le) 1894. Il primo e unico testo dedicato interamente è quello di V.G. Colaianni, *Le volte leccesi*, Bari 1967. Tra i contributi più recenti citiamo quelli di E. Arlati, L. Accoto, *Le volte leccesi tra innovazione e tradizione. Riformulare la vocazione edilizia delle cave*, Galatina 1998, quello di D. G. De Pascalis, *L'arte di fabbricare e i fabbricatori tecniche costruttive tradizionali e magisteri muratori in Terra d'Otranto dal Medioevo all'Età Moderna*, Nardò (Le), 2001. Il nostro gruppo ha iniziato a occuparsi del tema nel corso del 2002 nell'ambito della ricerca Qualità tecniche e visuali della superficie dei manufatti architettonici e ruolo della rappresentazione nell'ambito degli interventi di restauro. Il tema è stato presentato con due relazioni ai seguenti convegni: relatore Carlo Zaccaria, *La geometria delle volte leccesi: ipotesi di interpretazione*, Convegno: "Architettura e stereotomia tradizione e innovazione", tenutosi a Bari, 3-4 luglio 2002, i cui atti sono di prossima pubblicazione e quella di A. Ambrosi, *Modelli digitali e rilievo delle volte. Il caso delle volte leccesi*, in occasione del Seminario "Rappresentazione del progetto. Progetto della rappresentazione" tenutosi a Milano, 13-14 maggio 2002, i cui atti sono di prossima pubblicazione. Una versione più ampia del presente articolo è in corso di pubblicazione negli atti della ricerca (ex quota 60%) *Strategie di raccordo tra innovazione e tradizione delle tecniche sostenibili per il restauro ed il recupero degli edifici e della città storica* di prossima pubblicazione.

[3] Cfr. R. Gentile, *op cit.*, pp. 49 /56 e C. L. Ardito, op. cit., p. 180

[4] Cfr. E. Arlati, L. Accoto, *op. cit.*, p. 62, che presenta il rilievo fotogrammetrico, eseguito dal professor Maurizio Minchilli, di una volta del municipio di Manduria

[5] Si è perpetuata per molti anni un'ambiguità nella rappresentazione delle proiezioni orizzontali delle linee di intersezione delle superfici componenti la volta che in alcuni casi sono state disegnate con tratti rettilinei e in altri con tratti curvi. Di questa ambiguità c'è traccia già nella prima menzione di queste tipologie cfr. R. Gentile, *op.cit.*, p.XVIII. Questi descrive le proiezioni orizzontali della volta a spigoli (v.fig.76.12) teoricamente come una stella costituita da quattro triangoli con i vertici arrotondati. La superficie risulterebbe, pertanto, suddivisa in cinque parti, delle quali le quattro laterali sarebbero porzioni cilindriche e quella centrale una vela semiellissoidica; i muratori, però, secondo lo stesso Gentile, seguirebbero nella pratica lo schema della fig.76.13 nella quale la proiezione in pianta della volta risulta composta da quattro triangoli di altezza minore della metà della stanza da coprire, la parte centrale dell'intradosso sarebbe una superficie indefinibile le cui sezioni fatte con piani diagonali dovrebbero essere, tuttavia,delle semiellissi.

[6] Il software utilizzato per la restituzione dei singoli punti battuti con la stazione totale è *Registra*, un semplice applicativo in grado di acquisire i dati e tradurli in vari formati tra cui quello DXF idoneo ad essere acquisito da applicativi CAD; diverso è il caso della gestione e del montaggio delle singole nuvole di punti acquisite con il Laser Scanner, il software utilizzato è *Cyclone 4.1.1*, un applicativo dalle notevoli potenzialità che consente l'assemblaggio delle singole scansioni ed un gran numero di elaborazioni che con difficoltà possono essere gestite da software CAD opportunamente predisposti all'acquisizione di nuvole di punti.

[7] La costruzione del Duomo di Gallipoli sull'antica chiesa normanna è attribuita a due architetti gallipolini Lachibari Scipione e Francesco Bischettini (1629-1660). Cfr. M.Calvesi, M. Manieri Elia, *Architettura Barocca a Lecce e in Terra di Puglia*, Roma-Milano 1971, p.94.

[8] La costruzione della Chiesa dell'Immacolata di Squinzano (1618-27) è attribuita da Paone a Protomastro Marcello da Lecce. Cfr. M.Paone, *La chiesa di S. Angelo e il suo architetto*, in "Tricase. Studi e documenti", a cura di M. Paone, Galatina 1978, p.110., Cfr. anche con M. Paticchio, *Breve ritratto della vita di Maria Manca della Terra di Squinzano, fondatrice della chiesa della SS.ma Annunziata di detta terra*, Napoli 1769.

[9] L'iscrizione posta sul vano di accesso principale riporta la data della sua costruzione 1624; la paternità è oggetto invece di due distinte attribuzioni la prima a favore di Giovanni Maria Tarantino, cfr. M.Calvesi, M. Manieri Elia, *op.cit.*, p.92, la seconda a favore di Protomastro Marcello da Lecce, cfr. M.Paone, *art.cit.*, p.107-116.

[10] Ci si riferisce, tra le altre, alla chiesa dell'Immacolata a Nardò (1581), al Sedile di Lecce (1592) e alla Collegiata di Galatone (1595).

[11] Si rimanda per un approfondimento su queste figure al lavoro di D. G. De Pascalis, *op.cit.*, p.43-52, e ai numerosi articoli di Laura Floro che si è interessata delle maestanze neretine della seconda metà del Cinquecento, Cfr. L. Floro, *L'attività di G.M. Tarantino*, in "La Voce del Sud", 11 maggio 1996; L. Floro, G.M. *Tarantino e il suo team*, in "La Voce del Sud", 8 giugno 1996; L. Floro, *L'epilogo di un cantiere per la sede dell'Università di Nardò*, in "La Voce del Sud", 10 maggio 1997; L. Floro, *La cinquecentesca Chiesa di S.Maria Immacolata*, in "La Voce del Sud", 22 novembre 1997; L. Floro, *Ancora sulla vita del maestro G.M. Tarantino di Nardò*, in "La Voce del Sud", 14 febbraio 1998.

[12] Questo è il caso della Chiesa di Sant'Angelo a Tricase, la chiesa dell'Immacolata a Squinzano, la chiesa dei Domenicani a Gallipoli.

[13] Il Donghi *(Manuale dell'Architetto, per cura dell'architetto ing. Daniele Donghi*, Torino 1925, p. 562-574) seppur senza riferimento diretto alle volte leccesi inserisce questa tipologia tra le volte di derivazione prettamente gotica nel paragrafo delle "Volte gotiche, stellate, reticolate, a ventaglio". Di questo avviso è anche A. Petrignani nell'introduzione del testo di V.Colaianni, *op.cit.*, p.5 , egli ritiene infatti che analizzando le volte leccesi dal punto di vista formale non si può non accostarle a quelle gotiche, ma con la possibilità di collocarle anche tra quelle rinascimentali.

[14] Si vedano, tra i numerosi esempi del periodo, la Matrice di Tricase, la chiesa di Sant'Andrea a Presicce e la parrocchiale di Sternatia.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

1.6. Il rilievo urbano. Qualità tecniche e visuali dei fronti urbani della Città Vecchia di Bari.

D. Cara

Premessa

Lo studio delle qualità tecniche e visuali delle superfici della Città Vecchia di Bari si inserisce in una sistematica campagna di rilievo e di rappresentazione già da tempo avviata. Si tratta di un tema di grande interesse sia sotto l'aspetto della varietà dei *topoi* urbani che costituiscono il centro storico (strade, piazze, corti, insediamenti monumentali, cinte murarie) che della visualità e della presenza di emergenze architettoniche di notevole pregio.

La scelta di affrontare oltre che i temi tradizionali del singolo edificio, in genere con vocazione monumentale, interi brani di territorio urbano va ricercata essenzialmente nel tentativo di cogliere e restituire, attraverso le metodologiche del rilievo e soprattutto della restituzione sul mezzo elettronico, le complessità della città storica oggetto peraltro di recenti interventi di trasformazione sia nelle sue parti collettive che a livello di singole unità edilizie.

La città storica con le sue caratteristiche di elevata articolazione spaziale, l'esaltazione degli scorci prospettici, gli aspetti cromatici e materici ha rappresentato un terreno di sperimentazione nel quale i possibili esiti derivanti dall'elaborazione elettronica dei dati sono ancora da verificare in maniera esaustiva.

Le varie ricerche in corso sul centro storico di Bari hanno prodotto i seguenti risultati:

a) rilievo della cattedrale
b) rilievo della basilica di S.Nicola

Fig. 83. Scorcio di Bari Vacchia nei pressi della chiesa di S. Marco dei Veneziani

Fig. 84. Bari Vacchia, Immagine del modello digitrale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

c) rilievo di tutte le chiese minori
d) costruzione di modelli digitali alla scala urbana e di dettaglio.

L'intera zona è tipizzata come zona "A1 Centro Storico" dal vigente Piano Regolatore ed inoltre è oggetto di un Piano Particolareggiato[1] redatto nel 1998 e di recente entrato in vigore.

Lo strumento attuativo norma gli interventi edilizi nel centro storico e contiene una serie di prescrizioni con l'intento di preservare e di restituire, laddove possibile, non solo le caratteristiche tipologiche e morfologiche dell'intera area ma anche la sua immagine urbana complessiva. L'intero centro storico viene considerato come un *unicum* in cui le modificazioni operate su una sua parte hanno una inevitabile ricaduta sull'*insieme monumentale*[2].

A questo scopo nel piano viene prevista, fra l'altro, l'istituzione di un "Ufficio speciale per la Città vecchia ed il recupero urbano" che possa costituire un tramite efficace tra i proprietari interessati ad eseguire interventi sul tessuto edilizio esistente, gli operatori direttamente coinvolti nell'esecuzione degli stessi e l'autorità amministrativa comunale con compiti di sorveglianza e indirizzo.

Nello specifico lo strumento pianificatorio auspica l'istituzione della figura dell'*architetto condotto*, il quale possa fornire consulenze gratuite per i piccoli interventi di manutenzione straordinaria e ordinaria.

La banca dei dati iconografici: struttura e contenuti.

Seppure non evocato in maniera esplicita dai progettisti del piano, l'allestimento di una banca dati iconografici che evidenzi le qualità tecniche e superficiali dei manufatti edilizi e in particolare dei fronti urbani, costituisce uno strumento indispensabile affinchè tutte le figure, istituzionali e non, coinvolte nei processi di modificazione possano esercitare il loro ruolo in maniera quantomeno consapevole. A conforto di questa nostra convinzione l'esperienza analoga di altre realtà nazionali nelle quali il buon esito dell'attuazione di piani d'intervento settoriali (Piani di recupero, Piani del colore) è stata sempre legata alla disponibilità di archivi di questo tipo. D'altronde lo stesso Piano Particolareggiato della Città Vecchia di Bari contiene una catalogazione delle principali componenti architettoniche degli edifici del centro storico (Abaco delle componenti architettoniche) con l'intento di fornire un repertorio di componenti al quale fare riferimento in sede di progettazione degli interventi di recupero.

Al fine di fornire una visione più completa della già citata *immagine urbana*, a nostro avviso la banca dati doveva essere costituita oltre che da rilievi, perdipiù estesi all'intero centro storico, anche da, campionature di intonaci, superfici, materiali e colori e da immagini fotografiche d'archivio e attuali e modelli digitali che consentissero simulazioni, confronti, inserimenti.

Fig. 85. Chiesa del Carmine, vista del modello digitale.

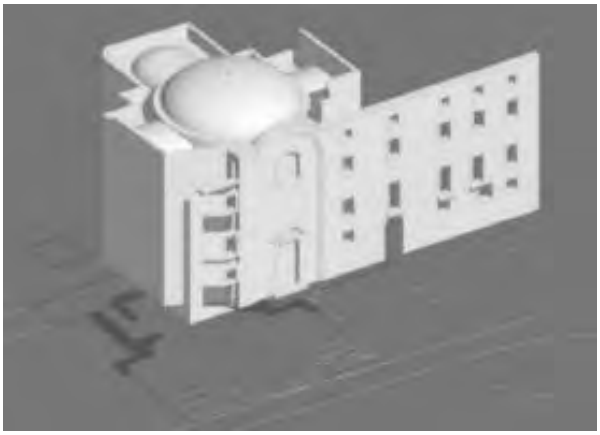


Fig. 86. Chiesa di S. Gaetano, vista del modello digitale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Inoltre un rilievo che non tenesse conto delle varie forme di degrado, evidentemente non solo fisico, che affliggono la Città Vecchia di Bari correva il rischio di fornirne un immagine non completa. Questo aspetto assume un importanza decisiva soprattutto in un contesto quale quello in oggetto nel quale il degrado assume in qualche caso le caratteristiche di un valore volklorico. Esemplari studi precedenti si erano soffermati su questi aspetti riuscendo a coglierne le complessità[3]. Si pensi ad esempio a quelle forme di degrado non necessariamente fisico ma anche derivante da usi impropri di spazi tipici del patrimonio edilizio di Bari Vecchia come ad esempio le corti, in cui la contiguità tra spazi interni ed esterni e il carattere semiprivato hanno fatto sì che si configurassero come scenari urbani in cui la componente umana gioca un ruolo determinante conferendo un carattere a cavallo tra il popolare, l'aulico e il monumentale. L'allestimento, la gestione e il continuo aggiornamento di una siffatta base di conoscenza poteva e può rappresentare un onere eccessivo per la maggioranza delle amministrazioni.

Il nostro gruppo di ricerca ha tentato di trovare delle risposte a questi interrogativi e di approfondire queste tematiche scegliendo appunto come luogo di sperimentazione la Città Vecchia di Bari. I motivi che ci hanno portato a questa scelta derivano anche dalla circostanza che il suo tessuto, seppure ancora sostanzialmente intatto, viene sottoposto di continuo al rischio dei cattivi interventi di recupero, per effetto, ad esempio, del Piano Urban.

Descrizione delle modalità di rilievo e di restituzione

Come già anticipato l'estensione e l'articolazione dell'area richiederebbe l'impiego di un elevato numero di operatori di media qualificazione con costi, ovviamente, non compatibili con i fondi a disposizione. A tale scopo il nostro gruppo ha scelto di considerare come tema della ricerca, piuttosto che la redazione tradizionale dei rilievi una sperimentazione di strategie e tecniche idonee per affrontare campagne di rilevo estese ad interi centri storici e aventi come oggetto le superfici e la lettura dei relativi caratteri ambientali e dello stato di conservazione. L'obbiettivo, come già visto, era anche quello di fornire elementi di valutazione economica per le indagini preliminari di piani particolareggiati o di intervento settoriale (piani del colore, arredo urbano, etc.…): come laboratori di sperimentazione, sono stati considerati i corsi di rilievo dell'Architettura del Politecnico di Bari, concentrando parte dell'azione didattica sulla città vecchia di Bari. Questa scelta ha consentito di disporre di operatori, adeguati alle esigenze, a costo zero. L'esperimento ha

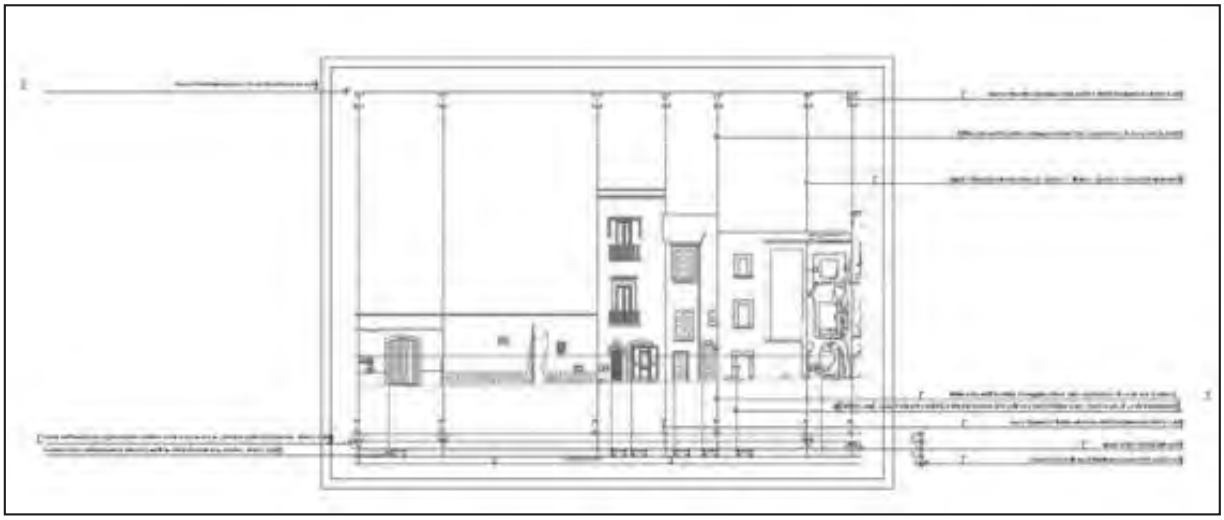


Fig. 87. Schema di impaginazione dei prospetti.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

consentito di testare la validità scientifica delle elaborazioni fatte all'interno dei corsi mediante l'adozione di idonee procedure e con il supporto di strumentazioni e di software quali:

- Distanziometri laser
- Livelli laser ed ottici
- Stazione totale
- Archis (software dedicato al raddrizzamento fotografico)
- Scambio di informazioni attraverso la rete telematica per il coordinamento delle operazioni di rilievo.

Una porzione di centro storico di circa mq. 36.286 su mq. 280.000 di superficie complessiva è stato disarticolata in circa 150 unità *visuali-urbane*, intendendo con questo termine un invaso spaziale definito dalle seguenti caratteristiche:

- Superficie rilevabile in relazione alla composizione dei gruppi di lavoro;
- Visualità connessa con la rappresentatività dei singoli edifici,
- Coincidenza con unità urbane classificabili (piazze, larghi, corti, etc);
- Presenza di emergenze architettoniche;
- Toponomastica.

Oltre ai più importanti edifici di culto sono state rilevate le cortine edilizie di molte strade e corti limitatamente alle superfici verticali (facciate) ed orizzontali (pavimentazioni). Di queste superfici è stato evidenziato lo stato di conservazione e le caratteristiche di spazialità e di visualità.

Per ogni tratto di cortina stradale è stato individuato un piano quotato di riferimento indispensabile sia al fine di procedere alle successive operazioni di trilaterazione che alla misurazione dei dislivelli.

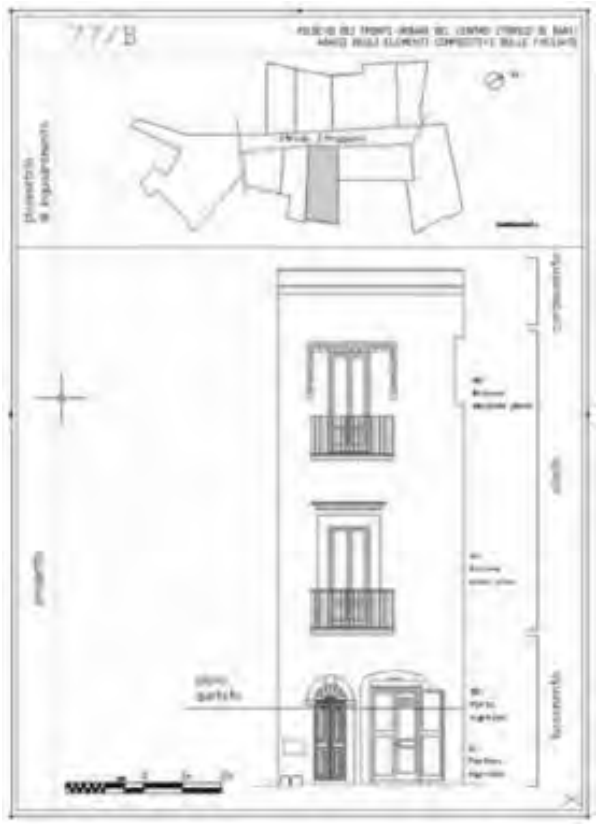
Le successive operazioni di restituzione planimetrica e degli alzati sono state verificate attraverso il confronto con le basi cartografiche esistenti, sia digitali che tradizionali, fornite agli operatori attraverso la rete telematica. Il confronto ha tenuto debitamente conto delle differenze esistenti tra le scale di rappresentazione adottate nei rilievi esistenti (1/1000, 1/500, 1/200) e quelle necessarie alla rappresentazione delle facciate e dei brani di pavimentazione ad esse riferite (1/100, 1/50, 1/20 etc.) dapprima decontestualizzate rispetto alla

Fig. 88. Cortile interno nei pressi della Chiesa di S. Marco dei Veneziani.

Fig. 89. Particolare di coronamento. Edificio nei pressi della Chiesa di S. Marco dei Veneziani.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

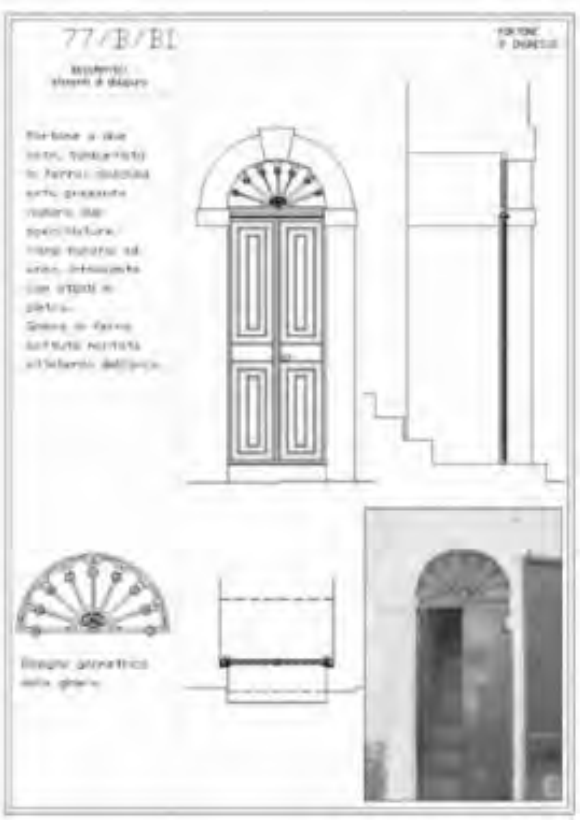
unità definita dal tratto di percorso a successivamente disarticolate in rapporto alle qualità costruttive, alle superfici, all'apparato decorativo e al repertorio costituito dagli elementi di linguaggio.
Per le operazioni di rilievo si è operato sia attraverso gli strumenti tradizionali del rilevo diretto fornendo a rotazione ai singoli gruppi di lavoro le attrezzature in dotazione al gruppo di ricerca (stazioni totali, distanziometri e livelli laser, aste telescopiche etc.), sia attraverso l'utilizzo della copertura fotografica eseguita con macchine fotografiche tradizionali e digitali successivamente sottoposta ad operazioni di fotoraddrizzamento con software dedicati (archis, etc.).
L'elevato numero di operatori ha comportato che le modalità di restituzione venissero codificate in maniera piuttosto rigida attraverso indicazioni dettagliate riguardanti i codici grafici, le convenzioni di rappresentazione, i formati degli elaborati fino al repertorio di textures da utilizzare nelle elaborazioni digitali. Per ovvie ragioni organizzative per lo scambio di informazioni tra i coordinatori e i gruppi di rilevatori è stata utilizzata in maniera massiccia la rete telematica, circostanza che ha costituito un ulteriore motivo di sperimentazione per certi versi ancora in corso.
L'uso della fotografia ha consentito inoltre di redigere un archivio visuale sia di porzioni di textures murarie delle dimensioni di 100x100 cm appartenenti alle parti basamentali, alle strutture in elevazione e ai coronamenti degli edifici, sia degli elementi di chiusura più significativi (porte, portali, finestre, logge, etc.).

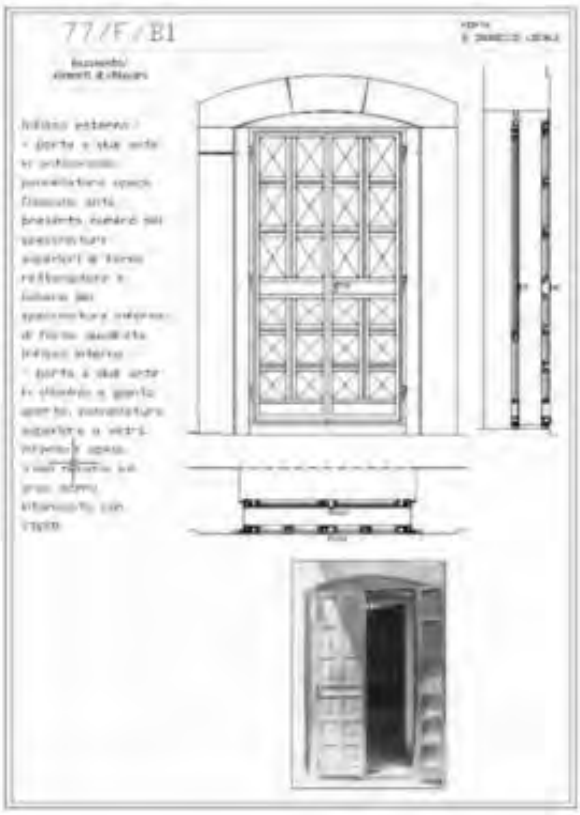


Esiti della ricerca e loro trasmissibilità

La ricerca ha portato ad una catalogazione di tutti i tratti stradali/unità visuali rilevati. La scheda relativa ad ogni singolo tratto contiene informazioni sia di tipo iconografico che descrittive e vanno dalla singola unità edilizia alle sue parti costitutive sino ai dettagli decorativi e tecnologici con una campionatura delle superfici verticali e orizzontali, degli intonaci, dei colori e delle finiture.
Tale archivio costituisce parte integrante della scheda iconografica della singola unità edilizia insieme ad una breve descrizione storico-tecnologica ed al consueto apparato di elaborati grafici redatti nelle scale e con le tecniche più appropriate a restituirne gli aspetti geometrici, materici e coloristici.
Vista l'importanza attribuita agli aspetti relativi alla spazialità urbana, per ogni tratto di percorso/unità visuale è stato prodotto un modello digitale finalizzato alla rappresentazione degli aspetti spaziali e di percezione così come definiti dalle superfici orizzontali e verticali che ne costituiscono la spazialità. Gli aspetti dell'indagine sul centro storico nei quali sono state utilizzate in maniera più spinta le potenzialità del mezzo elettronico sono quelli derivanti dalle particolari condizioni ambientali del sito fatte di sezioni stradali anguste, edifici inaccessibili, parti non direttamente rilevabili, condizioni che hanno comportato, ad esempio, l'uso del raddrizzamento fotografico eseguito con l'impiego di software dedicati, oltre che con le tecniche tradizionali.
La realizzazione del modello digitale assume ulteriore

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT





Figg. 90, 91, 92. Esenpi di scede di catalogazione delle unità edilizie.

importanza sia in sede di semplice presentazione dello stato dei luoghi che in quella di prefigurazione degli effetti di eventuali interventi.

Il data-base finale, costituito da circa un migliaio di schede, verrà messo in rete per la funzione di operatori specialistici e non.

NOTE

[1] A.Cucciola, D. Di Bari, R.C. Ferrari, A. Realfonzo, F. Tatò, R. Telesforo, *Comune di Bari- Città Vecchia - Quartiere S. Nicola - Zona di P.R.G. A1: "Centro Storico"- Piano particolareggiato di esecuzione*, Aprile 1998;

[2] A.Cucciola, D. Di Bari, R.C. Ferrari, A. Realfonzo, F. Tatò, R. Telesforo, *Op. cit. - Relazione Tecnica*;

[3] B.M. Apolloni Ghettj, *Bari Vecchia*, Bari 1972.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.

PARAGRAFO 1.2.3.

- Baculo A. (a cura di), *Architettura e informatica*, Atti del Convegno Internazionale di Studi "Il rilievo e la rappresentazione dell'architettura e dell'ambiente", Parigi, Castello di Cinq Mars, 28-29 maggio 1998, Electa, Napoli, 2000
- Bezoari G. ,Monti C. ,Selvini A. , *Misura e rappresentazione*, Ambrosiana, Milano, 2001.
- Bezoari G.,Monti C. ,Selvini A. , *Fondamenti di rilevamento generale*, vol. 1, Hoepli, Milano, 1989
- Docci M.,Maestri D. , M*anuale del rilevamento architettonico e urbano*, Laterza Roma-Bari, 1991
- Ippoliti E., *Rilevare*, Edizioni Kappa, Roma 2001
- Marino L., *Il rilievo per il restauro: ricognizioni, misurazioni, accertamenti, restituzioni, elaborazioni*, Hoepli, Milano, 1990
- Marino L., *Il progetto di restauro. Ricerche e studi preliminari*, Alinea, Firenze, 1981

PARAGRAFO 1.3.3.

- Acquafredda V. , *Note sull'attività artistica nel '400 a Bitonto*, in "Bitonto attraverso i secoli", vol. III, Bitonto, 1937.
- Acquafredda V., *Bitonto attraverso i secoli*, 2 vv., Palo del Colle 1996
- Ambrosi A., *Variazioni nel disegno urbano nel '600 a Bitonto*, in Cultura e società a Bitonto nel secolo XVII, Atti del seminario di studi, (Bitonto- dicembre 1978-maggio 1979), Bitonto 1978
- Carabellese F., *L'attività artistica della città di Bitonto attraverso i secoli XV e XVI*, in "Napoli Nobilissima", VIII, gen/feb 1899, pp. 8-11; 27-29; 56-60
- Carabellese F., *La Puglia nel secolo XV, vol. III*, [Documenti e monografie per la storia di Terra di Bari,III], Bari, 1901.
- Castellano A., *Civiltà del Rinascimento in Puglia - Nuzzo Barba*, ed. M. Liantonio, Palo del Colle (Ba), 1976.
- De Capua D.A. (a cura di), C*ronaca inedita della famiglia Labini in Bitonto*, Palo del Colle 1992.
- Mongiello G., *Bitonto nella storia e nell'arte*, Bari 1970.
- Pasculli G., *Storia di Bitonto*, Bitonto 1978.
- Spagnolo O., *Architettura civile a Bitonto nei sec. XV e XVI*, Tesi di laurea Università di Lecce, 1973-74.
- Sylos L., *Su la civiltà e l'architettura delle abitazioni a Bitonto nei secoli passati. Noterelle*, Bitonto 1893
- Sylos L., *Bitonto nella storia. Opera postuma ordinata dal figlio Carmine Sylos*, in "Botontum", anno II, n. 2, 1970.
- Sylos L., *Bitonto nella storia*, Bitonto 1981
- Sylos Labini M. , *Le allegorie nelle figure del bassorilievo rinascimentale a Palazzo Vulpano Sylos in Bitonto*, Bari 1990
- Sylos Labini M., *Le allegorie nelle figure del bassorilievo rinascimentale a Palazzo Vulpano Sylos in Bitonto*, Bari 1990
- Sito internet www.bitonto.biz/Monumenti/vulpano.htm.

PARAGRAFO 1.4.4.

- Baculo A. (a cura di), Architettura e informatica, Napoli 2000.
- Battisti E., Difendendo la storia araba in Israele: i rilievi di S. Giovanni d'Acri, in XY n. 11/12 del 1989.
- Cappabianca, Mancini, Ombre Urbane, set e città dal cinema muto agli anni '80, Roma 1982.
- Costa A., Il cinema e le arti visive, Torino 2002.
- Dear M., Between cinema and architecture, in AD n. 11/12 del dic. 1994.
- Grigor M., Space in time: filming architecture, in AD n. 11/12 del dic. 1994.
- "L'uomo di Altamura e il progetto SARASTRO - Il museo dal campo della grotta di Lamalunga", CD-ROM multimediale curato dal consorzio di ricerca Digamma, Bari, 2000.
- Maiorano C., Milillo P., Videoclip tecnico e restauro, in atti del XXV Convegno Internazionale delle discipline della rappresentazione nelle facoltà di Architettura e di Ingegneria, Lerici (SP) 2003.
- Pesce Delfino V, Vacca E., Lettini T., Beni culturali e nuove tecnologie: il museo dal Campo, in "La California Possibile" a cura di S. Distaso, Bari, 2000.
- Vacca E., "Grotta Lamalunga e l'Uomo di Altamura: il

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

progetto Sarastro per un museo dal campo", in Atti del III congresso internazionale "Science and Technology for the safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin", Alcalà (ES) 2001
- Vareilla F., Scienza e tecnologia della cognizione, Firenze 1987.
- Zevi B., Architettura in nuce" Ed. Ist. Collab. Culturale, 1960.

PARAGRAFO 1.6

- Ambrosi A., *Visualità dello spazio architettonico medievale*, Bari 1979.
- Apolloni Ghettj B.M., *Bari Vecchia*, Bari 1972.
- Baculo A., *Napoli al quattromila. Assono-metria e pianta sinottica della città.* Napoli 1996.
- Cervellati P .L., *La città bella*, Bologna 1991.
- Docci M. Maestri D., *Il rilevamento architettonico*, Roma-Bari 1987.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Capitolo 2

Il rilievo digitale finalizzato alla rappresentazione e alla progettazione degli interventi di restauro.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2. Il rilievo digitale finalizzato alla rappresentazione e alla progettazione degli interventi di restauro.

2.1 Tecnica e metodologia del rilievo digitale 2D.

N. Milella

Premessa

Sino a qualche decennio fa con il termine di fotogrammetria si intendeva un processo di rilievo e rappresentazione dei manufatti architettonici che consentiva di ricavare da immagini fotografiche una serie di informazioni metriche.

Tale concetto si è ampliato con l'introduzione della fotogrammetria digitale che, al rilievo al tratto, ha aggiunto ed in alcuni casi sostituito, il fotopiano ottenuto mediante successive elaborazioni eseguite da software dedicati, la cui introduzione risale agli anni novanta del secolo da poco concluso.

Questi software, che chiameremo di fotogrammetria non convenzionale, pur non offrendo risultati dello stesso livello di precisione della fotogrammetria classica, sono divenuti, soprattutto nel campo dei beni culturali, strumenti insostituibili per il rilievo e la rappresentazione dei manufatti architettonici, per l'alta qualità dei fotopiani digitali, la semplicità delle procedure di elaborazione ed i costi contenuti dell'hardware, del software e delle camere di ripresa.

Ma alla grande diffusione della fotogrammetria convenzionale non è seguito un uguale sviluppo delle metodologie di rappresentazione dei rilievi mediante la definizione di norme.

Esigenza sentita, soprattutto nel caso di utilizzo dei fotopiani digitali, sia per la progettazione di interventi di restauro che per la loro rappresentazione virtuale.

Un altro aspetto, che richiede regolamentazione e norme, è rappresentato dalle procedure da seguire per risolvere quei problemi che in un cantiere di restauro insorgono imprevedibilmente e che normalmente sono risolti con prove e verifiche da eseguire direttamente sul manufatto e che invece possono essere simulate modificando i fotopiani digitali.

Un corretto utilizzo delle potenzialità della rappresentazione virtuale, permetterebbe economie e risparmi di tempo sia per le imprese che per i progettisti permettendo di verificare in tempo reale soluzioni tecniche alternative.

Fasi operative

L'esecuzione del rilievo di un manufatto architettonico, con tecniche fotogrammetriche non convenzionali, si deve basare principalmente su una metodologia che garantisca la qualità dell'immagine e la precisione metrica del prodotto finale.

L'immagine digitale è costituita da punti (pixel) e la sua qualità dipende dalla risoluzione di acquisizione, questa caratteristica oltre a permettere una migliore individuazione dei dettagli architettonici influisce in misura considerevole sulle operazioni di raddrizzamento/scalatura dell'immagine e sulla sua eventuale restituzione vettoriale.

Passando ad illustrare la metodologia di ripresa essa si può sintetizzare nelle seguenti fasi operative:

1. Progettazione delle operazioni di rilievo;

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2. Esecuzione del rilievo in cui si acquisiscono le prese fotografiche utilizzando camere digitali e si rilevano dei punti di riferimento.
3. Ortogonalizzazione dell'immagine fotografica grazie a software dedicati e inserimento di parametri di trasformazione, derivanti dalla posizione dei punti rilevati, ed operanti la trasformazione stessa.
4. Mosaicatura dei fotogrammi ortogonalizzati;
5. Elaborazione dei fotogrammi finali, mediante l'ottimizzazione dei parametri immagine.

Il progetto del rilievo fotogrammetrico

L'esecuzione del rilievo fotogrammetrico deve essere preceduta da uno o più sopralluoghi preliminari al fine raccogliere tutte le informazioni necessarie alla definizione del *progetto di ripresa fotografica* quali:
- la misurazione delle sezioni stradali su cui prospetta l'edificio;
- le dimensioni generali dello stesso;

al fine di definire le modalità ed i punti di ripresa fotografica ed il numero di "strisciate fotografiche"da eseguire.
In questa fase è opportuno avvalersi di una planimetria generale di riferimento dove riportare accuratamente il posizionamento dei punti di ripresa, indicando la posizione dell'asse ottico di ciascun fotogramma e possibilmente anche la distanza e l'altezza (se superiore a quella dell'operatore) tra il punto di ripresa e il soggetto fotografato. Si può procedere alla numerazione dei fotogrammi, riportandola accuratamente sulla planimetria di riferimento.
La rappresentazione grafica delle riprese deve tener conto delle caratteristiche dell'obiettivo utilizzato al fine di definire, sulla base della distanza di ripresa, la superficie rilevata da ogni singolo fotogramma.

Attrezzatura e accessori per il rilievo fotogrammetrico

L'attrezzatura fotografica deve essere composta da :
- cavalletto su ruote dotato di cremagliera, di altezza minima pari a mt. 3,5 ed asta di prolunga;
- livella di controllo per il corretto posizionamento della fotocamera sul cavalletto;
- comando remoto per l'esecuzione di scatti a distanza;
- paraluce per ogni ottica in dotazione;
- set di scale cromatiche;
- esposimetro da utilizzare nei casi in cui si presentino difficoltà di misurazione della luce rispetto ad un soggetto di particolari dimensioni o dove ci sia la necessità di equilibrare la quantità di illuminazione direzionata sul soggetto;
- aggiuntivo "spot" per esposimetro.

Tecniche e condizioni di ripresa

Illuminazione

Per le riprese effettuate in esterno ci si avvale della luce diurna curando che risulti il più possibile uniforme su tutta la superficie esposta, per consentire una chiara lettura del partito murario, decorativo e dei dettagli esistenti.
Pertanto è fondamentale l'individuazione dell'orientamento dell'edificio, rispetto ai punti cardinali, al fine di definire la posizione del sole durante le riprese ed evitare la presenza di ombre proprie e portate dai prospetti adiacenti a quelli da rilevare.
Per le riprese effettuate all'interno, nel caso non si sufficiente la luce solare che filtra da porte e finestre, si utilizzano illuminatori o lampeggiatori al fine di riprodurre le condizioni di luce il più possibile simili a quelle naturali.
Anche l'illuminazione artificiale deve consentire quindi di ottenere una luce direzionale e diffusa al tempo stesso, prestando particolare cura onde evitare ombre troppo profonde o doppie ombre che danneggino la lettura del manufatto.

Riprese fotogrammetriche

Le riprese più utili per la restituzione grafica sono quelle di tipo ortogonale.
La fotocamera, posizionata sul treppiede, deve essere perfettamente in bolla e sempre equidistante dal contesto da fotografare e con l'asse dell'obiettivo perpendicolare al fronte.
Nel caso in cui le sezioni stradali non consentano riprese eseguite con punti di vista sufficientemente lontani, occor-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

rerà montare la camera da ripresa utilizzando un cavalletto munito di prolunga e comando remoto per gli scatti.
L'inquadratura, nel caso in cui si esegua l'appoggio topografico, deve verificare la presenza dei punti di controllo nel campo di ripresa e garantire una certa sovrapposizione con le immagini adiacenti.
I punti segnalizzati, dovranno essere almeno 5 (meglio 6) per modello fotogrammetrico e distribuiti su di esso secondo gli schemi usuali. I punti dovranno essere tridimensionali.
Dovrà essere applicata una trasformazione affine che riporti il fotogramma alle condizioni corrette.
Per quanto riguarda la sovrapposizione tra immagini contigue si possono verificare due casi:
Se si opera per punti di controllo allora la sovrapposizione può essere minima: appena sufficiente ad evitare lacune nel rilievo.
Mentre se si opera senza punti di controllo, ma per allineamenti geometrici e rapporto di misure allora è necessario circa un 30% di sovrapposizione con le immagini adiacenti per consentire la realizzazione del mosaico su punti omologhi.
In generale è consigliabile utilizzare solo la parte centrale del fotogramma, per queste elaborazioni, a causa delle deformazioni indotte sull'immagine dalle ottiche in corrispondenza dei bordi del fotogramma.
Pertanto è preferibile riprendere la porzione di piano di interesse solo con la porzione centrale della pellicola sfruttandone circa l'80% e trascurando il restante 20% in prossimità dei bordi.

Scala dei fotogrammi

La scala media dei fotogrammi che consentiranno la produzione del rilievo alla scala 1:50, non deve avere denominatore maggiore di 250.

Fotocamere Analogiche

Formati:

Piccolo formato (24x36)
Le fotocamere di questo formato devono essere unicamente del tipo Reflex con obiettivi intercambiabili:
- **28mm o 35mm** decentrabile; per riprese grandangolari o per le quali è necessaria la correzione delle linee verticali
- **50mm** Macro sia per riprese d'insieme che di soggetti particolari di misure molto ridotte
- **Zoom 70/120mm** per riprese generiche di soggetti difficilmente avvicinabili dall'operatore

Medio formato(6x6/6x7)
Le fotocamere di questo formato devono necessariamente rispondere al tipo Reflex con obiettivi intercambiabili:
- **40 mm o 50 mm** grandangolo decentrabile
- **80 mm** normale da usare anche con soffietto, per riprese macro
- **250 mm** medio tele

Fotocamere digitali

L'utilizzo di camere fotografiche digitali, permette di evitare la fase di acquisizione mediante scansione della pellicola o da supporto fotografico.
Le camere attualmente in commercio consentono acquisizioni di immagini ad alta risoluzione sino ad un massimo di 14 megapixel.
Si dovrà di conseguenza costituire un archivio di immagini digitali, che sostituisca il tradizionale archivio negativi.
Va precisato che le dimensioni in pixel richieste delle immagini non devono essere il risultato di interpolazione software effettuate dall'apparecchiatura fotografica.
Le fotocamere digitali utilizzate dovranno avere ottiche intercambiabili; è consentito l'utilizzo di dorsi digitali da applicare alle tradizionali apparecchiature fotografiche.
Per quanto riguarda obiettivi e formati, tali apparecchiature devono comunque rispondere ai requisiti precedentemente descritti.

Acquisizione ed elaborazioni degli originali

Da pellicola o stampa professionale

L'utilizzo di camere fotografiche analogiche, richiede la

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

digitalizzazione dell'immagine che deve avvenire preferibilmente da pellicola. In alternativa è possibile eseguire l'acquisizione anche da stampe fotografiche di qualità professionale o equivalente.
La tipologia di formati originali presenti nel settore è riconducibile, nella maggiore parte dei casi, a:
- stampe di formato 13 x 18, 18 x 24 e 20 x 25 cm.
- negativi nei formati 35 mm, 6 x 6, 18 x 24 e 10 x 12 cm.

Acquisizione con scanner

La risoluzione a cui deve essere acquisita una immagine è da porre in rapporto alla risoluzione prevista per il dispositivo di visualizzazione delle immagini digitali.
La risoluzione spaziale di visualizzazione delle immagini digitali (monitor), permette risoluzioni fino a 1600 x 1200 punti e fino a 16 milioni di colori per ogni punto immagine.
Si tenga comunque presente che le novità, in questo campo, si susseguono a ritmo serrato.

Risoluzione di acquisizione delle immagini

La risoluzione a cui deve essere acquisita una immagine è da porre in rapporto anche alle dimensioni richieste per la stampa finale (a sua volta funzione della risoluzione adottata dai dispositivi di riproduzione utilizzati).
Si consiglia una risoluzione minima di acquisizione pari a 600 x 600 dpi.

Pulizia dispositivi e originali

Durante il processo di digitalizzazione si raccomanda, inoltre, di eseguire frequentemente la pulizia dei ripiani degli scanner e degli originali da acquisire, onde eliminare impurità che possono influire negativamente sulla qualità finale dell'immagine.

Scontornatura delle immagini

L'immagine acquisita deve rappresentare l'intero originale al fine di mantenere l'omogeneità con la documentazione fotografica acclusa alla scheda catalografica cartacea. In particolare devono essere conservati (se originariamente presenti nella foto) tutti gli elementi che servono a qualificare il soggetto quali: le scale di misura inserite allo scopo di fornire indicazioni sulle dimensioni di massima, i dati alfanumerici inseriti per permetterne l'identificazione, le scale cromatiche per rapportare i colori rappresentati nell'immagine con l'originale, eccetera. In taluni casi può essere conveniente eseguire la scontornatura del soggetto: la parte non contenente informazioni essenziali può essere eliminata dall'immagine digitale. La scontornatura può essere utile specialmente quando il soggetto è rappresentato, nell'originale fotografico, con dimensioni ridotte rispetto l'area totale. La scontornatura può essere effettuata con due metodi:
a) si opera un semplice ritaglio sull'immagine acquisita .
b) si acquisisce, con una risoluzione maggiore, l'area identificata come parte essenziale; quest'operazione è eseguita al fine di ottenere un'immagine con dimensioni (in pixel) maggiori che nel caso precedente. E' evidente che il secondo metodo è preferibile al primo, sia per mantenere omogeneità nelle dimensioni delle immagini, quando possibile, sia per ottenere una maggiore definizione del soggetto acquisito.

Elaborazioni intermedie

Alle immagini possono essere applicate elaborazioni digitali tendenti a migliorarne la qualità (ad esempio variazioni della luminosità, del colore, cancellazione di aree, armonizzazione dello sfondo, decontestualizzazione del soggetto, ecc.), tuttavia sono preferibili i trattamenti globali attuati durante la fase d'acquisizione rispetto quelli effettuati successivamente. I trattamenti dovranno essere effettuati utilizzando obbligatoriamente, per la memorizzazione transitoria dell'immagine, dei formati senza perdita di qualità in attesa della definitiva registrazione finale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2.1.1 Il rilievo digitale delle cortine murarie del Palazzo Vulpano Sylos di Bitonto.

N. Milella

Premessa

Il palazzo Vulpano Sylos, situato nel centro storico di Bitonto, è stato prescelto dal gruppo di ricerca come "caso di studio" al fine di sperimentare le diverse tecniche di indagine per acquisire informazione riguardanti il suo sviluppo storico, la configurazione geometrica, la composizione materica delle sue membrature oltre che al comportamento strutturale dal punto di vista sismico. L'obiettivo da raggiungere era la gestione coordinata ed organizzata delle informazioni raccolte, all'interno di un sistema informativo a cui affidare la pianificazione degli interventi di recupero del manufatto architettonico, disponendo di dati precisi per l'individuazione delle azioni più efficaci sulla base di molteplici criteri, non ultimi quelli relativi a tempi, costi e modalità di intervento. Per quanto riguarda le problematiche legate all'esecuzione del rilievo digitale dei suoi prospetti e della loro successiva elaborazione, il manufatto ha rappresentato un valido esempio per lo sviluppo di una metodologia di rilievo e rappresentazione estendibile alla quasi totalità degli edifici di valore storico-architettonico. L'edificio, infatti, è collocato all'interno del centro storico, prospetta su strade di modesta ampiezza, presenta prospetti a sviluppo essenzialmente piano ed è caratterizzato da un apparato decorativo non molto complesso.

Cenni storici e architettonici

Per quanto riguarda le sue origini, il suo nucleo iniziale potrebbe risalire al 1156, quando per sfuggire alle devastazioni di Guglielmo il Malo, giunge a Bitonto Goffredo Vulpano, capostipite della famiglia. Tale ipotesi sembra confermata dall'individuazione, all'interno del nucleo rinascimentale del palazzo, di una casa torre medioevale situata tra l'attuale via Antonio Panelli e la discesa San Francesco. La parte restante dell'edificio risale al 1445, infatti a questa data il palazzo è già in costruzione, come è attestato da un documento riferito ad un debito contratto dal notaio ANGELO DE VULPANO con un tale maestro PIETRO DI GIOVANNI, carpentiere o scalpellino di Bari[1]. La sobria ed elegante veste rinascimentale caratterizza i prospetti principali del palazzo ed il cortile interno è caratterizzato dallo splendido portico su due colonne su cui è situato il ricco bassorilievo rappresentanti gli stemmi della famiglia Vulpano insieme ad allegorie del bene e del male.

Fasi operative

L'esecuzione del rilievo fotogrammetrico è stato preceduto da alcuni sopralluoghi preliminari al fine raccogliere tutte le informazioni necessarie alla definizione del progetto di ripresa fotografica, tra cui:

- la misurazione delle sezioni stradali su cui prospetta l'edificio;
- le sue misure generali;
- foto generali dell'edificio e della zone circostanti;

al fine di definire:

- le modalità di ripresa fotografica;
- i punti di stazione ed il numero di "strisciate fotografiche"da eseguire;
- il progetto del rilievo topografico strumentale con l'individuazione dei punti di stazione.

Il rilievo topografico

Le operazioni di rilevamento strumentale sono state effettuate, utilizzando la stazione totale Nikon 820 NPL[2].
Per il rilievo dei prospetti sono state effettuate tre stazioni topografiche e sono stati battuti circa 150 punti significativi per restituire i lineamenti che "disegnano" gli alzati: attacco a terra dell'edificio, disposizione dei principali elementi in elevato, vertici tra stipiti e architravi di finestre e portali, aggetto dei balconi, cornici e cornicioni, punti di deviazione degli allineamenti di facciata, particolari decorativi e ornamentali, ecc.
La successiva elaborazione dei dati ha permesso la restituzione vettoriale dei prospetti che sono stati utilizzati come base metrica per la realizzazione del rilievo digitale del palazzo.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Il rilievo fotogrammetrico digitale.

La particolare conformazione urbanistica del centro storico di Bitonto, caratterizzata da strade strette e tortuose ha condizionato le operazioni di rilievo fotogrammetrico del manufatto.
In particolare l'altezza dell'edificio non ha consentito l'esecuzione di riprese ortogonali da punti di stazione in quota, a causa della difficile accessibilità degli edifici circostanti situati su strade di ampiezza ridotta.
Pertanto si è previsto l'utilizzo di un dispositivo che, portando la fotocamera in quota, ha permesso di effettuare le riprese da terra mediante comando remoto, per questo scopo è stato sperimentato l'utilizzo di un particolare stativo su ruote in grado di portare gli apparecchi fotografici ad altezza massima di 7,5 m, mantenendosi in condizioni di sufficiente stabilità ed ortogonalità rispetto alle superfici da fotografare *(Fig. 1)*.
Ciò ha permesso la realizzazione di un'adeguata copertura fotografica, da utilizzare per la restituzione grafica, con riprese ortogonali ed il piano della pellicola parallela alle facciate.
In questo modo, definiti i parametri di ripresa, l'inquadratura e la qualità dell'immagine si sono effettuati i rilievi mediante "strisciate" secondo una modalità del rilevamento fotogrammetrico da aeromobile *(Fig. 2)*.
Per le zone più alte dell'edificio, in cui le condizioni operative non hanno consentano una ripresa perfettamente ortogonale, si sono realizzate riprese con l'asse di ripresa inclinato.
In tutti i casi si è posta sempre l'attenzione sullo spazio di sovrapposizione dei fotogrammi, pari ad un quinto dell'immagine precedente, sia per l'esecuzione del rilievo generale del manufatto che per il dettaglio dei particolari costrutti e decorativi di pregio.
L'utilizzo dello stativo ha ridotto notevolmente i tempi di lavorazione del rilievo migliorando la sua qualità e la precisione.

Elaborazione delle immagini.

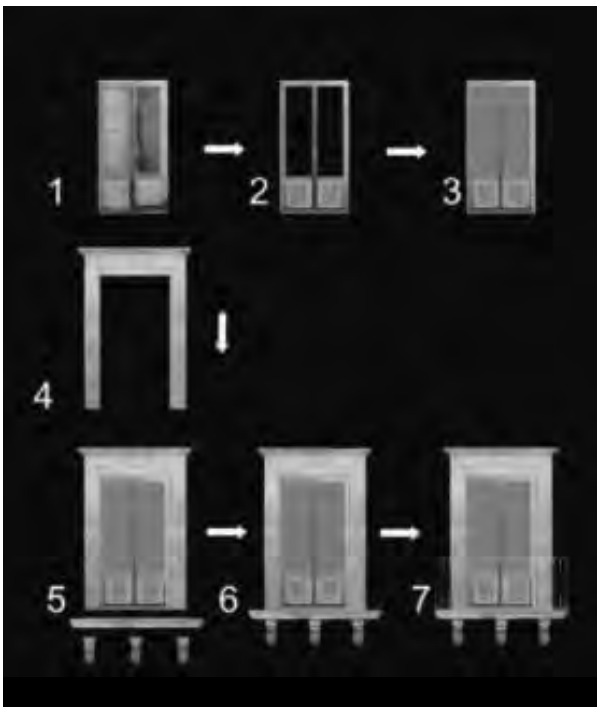
L'elaborazione delle immagini rilevate è stata suddivisa in due parti: la prima di inquadramento e di costruzione generale dei prospetti utilizzando sia le misurazioni del rilievo topografico che i rilievi vettoriali dei prospetti; la seconda di dettaglio dei particolari costruttivi, che ha portato alla definizione di abachi di ogni elemento architettonico o decorativo.
In particolare le immagini delle finestre, dei balconi e della decorazione scultorea sono state oggetto di elaborazioni personalizzate *(Fig. 3)*.

Fig. 1: Lo stativo utilizzato per le riprese fotogrammetriche

Fig. 2: Esempio di strisciata e di mosaicatura dei fotogrammi

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

L'insieme delle riprese ha permesso la produzione dei rilievi digitali di tutti i prospetti esterni *(Figg. 4,5,6,7,8)* insieme a quelli del cortile interno in numero di due e integrati da due prospetti sezione.
Questi ultimi, sviluppati utilizzando i rilievi in formato vettoriale, eseguiti dal gruppo di ricerca del Politecnico di Bari *(Figg. 9,10,11,12).*
La procedura sin qui descritta è uno dei prodotti originali della ricerca, essa offre al progettista la possibilità di esaminare l'oggetto in tutta la sua complessità morfologica, individuando e selezionando per tipologie i diversi livelli di degrado, fornendo così un utile strumento per definire gli interventi progettuali necessari al restauro dell'edificio.



NOTE.

[1] F. Carabellese, in "Napoli Nobilissima", 1899, vol. VIII. Protocollo di Notaio Pascarello de Tauris di Bitonto, 1445, ac. 27.

[2] Il rilevo topografico e le successive restituzioni sono state realizzare dall'Arch. Paolo Perfido, appartenente all'unità operativa del Politecnico di Bari coordinata dal Prof. Angelo Ambrosi, (cfr pag. 31 e segg.).

Fig. 3a/b: Raddrizzamento e creazione dell'abaco dell'infisso

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 4: Prospetto su via S.Francesco

Fig. 7: Secondo prospetto su salita S. Lucia

Fig. 5: Prospetto su via Pianelli

Fig. 8: Terzo prospetto su salita S. Lucia

Fig. 6: Primo prospetto su salita S. Lucia

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 9: Prospetto nord androne.

Fig. 10: Prospetto sud androne.

Fig. 11: Prospetto sezione ovest androne.

Fig. 12: Prospetto sezione est androne.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2.1.2 Il Palazzo Ducale in Giovinazzo.

M. Zonno, G. Milella

Cenni storici e architettonici

Il Palazzo Ducale, nel centro storico di Giovinazzo *(Fig. 1)*, fu costruito per volontà di Nicolò Giudice, discendente di una famiglia di banchieri genovesi, Principe di Cellamare dal 1631, nel 1639 aveva acquistato Giovinazzo da Ferdinando Gonzaga Duca di Guastalla, ottenendo il titolo di Duca della cittadina pugliese nel 1651 da Filippo V.[1] La casata si estinse alla morte, nel 1770, dell'ultima discendente Costanza Eleonora Giudice, moglie del principe Filippo Caracciolo, che non lasciò eredi, sicché i feudi di Cellamare, Giovinazzo e Terlizzi passarono alla regia Corte. La costruzione del palazzo iniziò nel 1650 su progetto dell'architetto napoletano Francesco Antonio Picchiatti, come risulta da una polizza di pagamento a suo favore, datata 27 agosto 1659[2],con la quale egli veniva compensato anche dei lavori effettuati, sempre su commissione del principe di Cellamare, nel Monastero della Croce di Lucca a Napoli, dove ben quattro delle figlie di Nicolò Giudice erano suore[3].

Una importante documentazione storica di questo maestoso edificio è sicuramente la pianta prospettica di Giovinazzo del Pacichelli[4] *(Fig. 2)* il quale fornisce "una accurata configurazione del palazzo ducale con dettagli preziosi in quanto ne documentano un aspetto ormai in parte alterato a causa delle successive demolizioni o ristrutturazioni. La fabbrica si articola intorno ad una corte e l'ampia facciata Sud è contenuta lateralmente tra due torri mentre quella a Nord prospetta direttamente sul mare e si sviluppa con una altezza maggiore, particolare, questo, che evidenzia maggiormente i limiti dell'antica penisola. A sinistra e a destra della facciata Nord furono costruiti due baluardi che si protendono nel mare ed erano collegati da una lunga balconata costruita su mensole".
Sorto sui resti della cinta muraria, come attesta il basamento fortemente scarpato, il fronte verso il mare era certo il più imponente, con la compatta cortina muraria in blocchi di pietra scandita dalla successione delle grandi porte-finestre del piano nobile.[5] "Si vedono i due ordini di finestre, la lunga balconata che si estendeva lungo tutto il lato a mare, la teoria delle alte porte-finestre del piano nobile, limitatamente ai lati della fabbrica, le finestre del piano ammezzato e sopra il secondo piano, del quale nel lato verso il mare, più nulla sussiste ormai" [6] Dei due baluardi a sinistra e a destra della facciata Nord collegati da una lunga balconata (ben visibili nella veduta del Pacichelli) resta solamente un accenno nella torre di sinistra mentre della balconata che correva ininterrottamente al primo

Fig. 1: Pianta Giovinazzo.

Fig. 2: Pianta di Giovinazzo del Pacichelli.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

piano restano solo i mensoloni e alcune colonnine sagomate della balaustra. *(Fig. 3)*

Meno imponente è invece, nonostante i suoi 70 m di lunghezza, il prospetto meridionale con l'unica presenza monumentale nel portale maggiore, con un ampio androne a volta a botte unghiata. Ai due lati della facciata sud vi sono due torri di cui una totalmente rifatta *(Fig. 4)*;

Tutto il prospetto e le due torri non presentano più nessun tipo di copertura come si poteva invece notare nella veduta del Pacichelli e nelle poche fotografie storiche ritrovate *(Fig. 5-6)*.

"*L'edificio, pur del '600, si presenta improntato ad un gusto tardo-rinascimentale, soprattutto per lo spartito della facciata, al di sopra dell'alta zoccolatura a bugne sbozzate, contraddistinta da regolari campiture finestrate e riquadrate geometricamente da fasce orizzontali e verticali in pietra.*"[7]

Tutto il fabbricato si svolge intorno ad una ampia corte a pianta quadrata (490 mq di superficie) con i prospetti interni di lunghezza variabile tra i 20 e 22 m. Tutte le facciate interne presentano ampie zone crollate e numerose manomissioni, come la tompagnatura di alcune finestre dei due ordini superiori e di alcuni archi del piano terra *(Fig. 7)*.

Elemento interessante è l'androne di ingresso alla corte; attraverso questo spazio si accede , sulla destra, alla scala principale, strutturata in due rampe, coperte da volte a botte, e da pianerottoli coperti da volte a padiglione lunettate. Anche nei piani superiori gli ampi saloni erano coperti da volte a padiglione lunettate. Oggi questi ambienti sono stati radicalmente modificati, le volte spesso sono state modificate e i grandi saloni suddivisi, con tramezzature, in ambienti più piccoli per adattarsi alle esigenze dei nuovi e numerosi abitanti che nel tempo si sono succeduti.

Fig. 3: Palazzo Ducale - prospetto.

Fig. 4: Torre laterale.

Fig. 5: Foto storica del palazzo.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Il palazzo versa ora in uno stato di estremo degrado; solamente la parte ovest, di proprietà della famiglia Fanelli, è sottoposta a interventi di restauro e manutenzione e conserva caratteristiche che ricordano il suo antico splendore.

Metodologia di intervento

Lo studio del Palazzo Ducale ha riguardato principalmente i prospetti nord, sud e quelli prospicienti la corte interna *(Fig. 8)*. Utilizzando diverse metodologie (rilievo topografico, fotogrammetrico e scansione laser) si è proceduto alla realizzazione dei rilievi digitali di tutte le facciate; ottenendo i modelli digitali georeferenziati 2D e 3D delle stesse è stato possibile ipotizzare interventi di restauro virtuale. Questo permette di visualizzare gli interventi prima che si realizzino effettivamente sul manufatto *(Fig. 9)*.

Rilievo topografico

Per il rilievo topografico del Palazzo Ducale è stata utilizzata una stazione totale Nikon NPL-AD. L'appoggio topografico è stato eseguito da una distanza di circa 10-15m *(Fig. 10-11-12)*. Per tutto il prospetto sud sono stati battuti circa 50 punti.

Rilievo fotogrammetrico digitale

L'esecuzione del rilievo fotogrammetrico dell'edificio è stata realizzata utilizzando fotocamere sia tradizionali che

Fig. 6: Foto strorica del Palazzo.

Fig. 7: Palazzo, facciata interna.

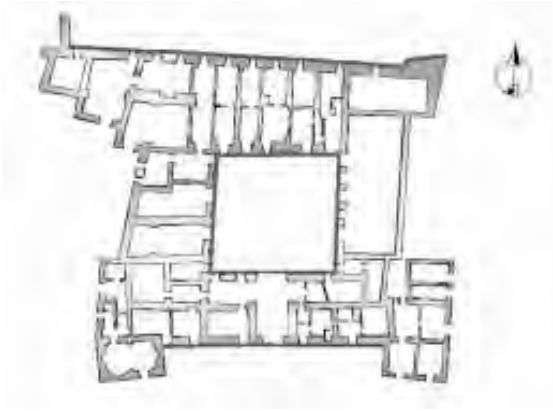


Fig. 8: Palazzo Ducale - Planimetria.

Fig. 9: Piano di lavoro.

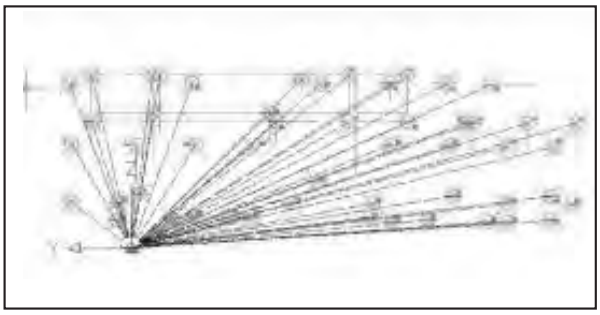
PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

digitali con obiettivi da 28 mm e da 80 mm.
Per ogni prospetto sono stati eseguiti diversi fotogrammi, inquadrati in modo che ognuno di essi presentasse un'ampia zona di sovrapposizione con gli altri, per permettere una corretta mosaicatura di tutte le parti *(Fig. 13)*.
Per i due fronti principali, a sud, su piazza Duomo, e a nord verso il mare, la copertura fotografica ha richiesto numerosi fotogrammi, in quanto i due prospetti presentano lunghezze variabili rispettivamente dai 40 ai 60 metri *(Fig. 14-15)*.
Per il rilievo dei prospetti prospicienti il cortile interno, invece, è stato sufficiente eseguire solamente pochi fotogrammi (da uno a tre), data l'ampiezza della corte *(Fig. 16-17)*.

Georeferenziazione del rilievo digitale

La fase successiva di elaborazione delle immagini per l'esecuzione del rilievo digitale ha riguardato il raddrizzamento e la scalatura dei fotogrammi.
Per eseguire il raddrizzamento dei prospetti è stata necessaria la conoscenza di alcuni parametri; in particolare sfruttando la regolarità delle forme architettoniche dell'edificio, le misurazioni sono state limitate a pochi elementi verticali ed orizzontali per ogni fotogramma *(Fig. 18-19)*.

Successivamente è stata eseguita un'operazione di unione o mosaicatura dei fotogrammi necessari a restituire l'intero prospetto *(Fig. 20)*.
Per il prospetto sud, sono stati utilizzati i dati del rilievo celerimetrico che hanno permesso il raddrizzamento e la



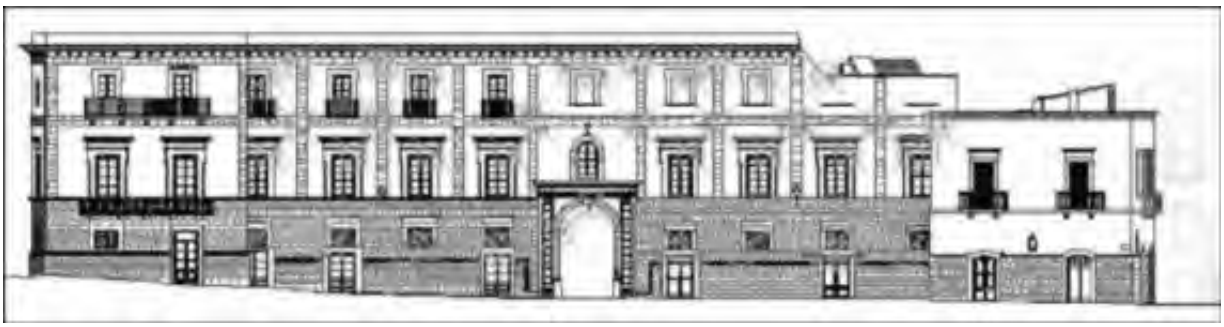


Fig. 10-11-12: Fasi del rilievo topografico.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

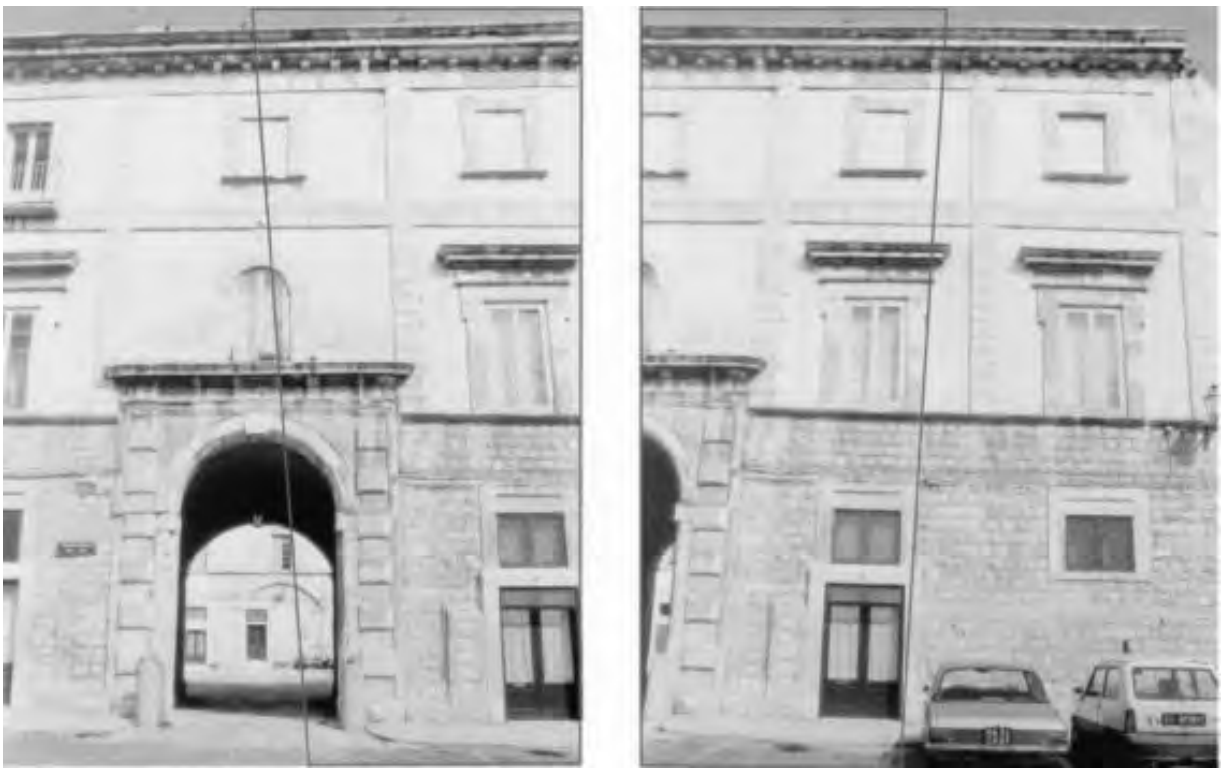


Fig. 13: Rilievo fotogrammetrico - fasi della mosaicatura.

Fig. 14: Rilievo fotogrammetrico - fasi della mosaicatura dei prospetti.

Fig. 15: Rilievo fotogrammetrico - fasi della mosaicatura dei prospetti.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 16: Rilievo fotogrammetrico - fasi della mosaicatura dei prospetti interni.

Fig. 17: Rilievo fotogrammetrico - mosaicatura dei prospetti interni.

Fig. 19: Georeferenziazione del rilievo digitale.

Fig. 18: Georeferenziazione del rilievo digitale.

Fig. 20: Unione dei fotogrammi.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

scalatura, in un'unica fase secondo quanto previsto dalle modalità di utilizzazione del software. La successiva fase di mosaicatura, ottenuta mediante la collimazione dei punti omologhi sulla coppia di fotogrammi, ha permesso in più fasi di lavoro, di ottenere il prospetto nella sua totalità *(Fig. 21-22-23)*.

La fase finale di elaborazione dei fotopiani digitali ha richiesto ulteriori interventi sull'immagine, eseguiti con programmi commerciali di fotoritocco.
Si è proceduto, pertanto, all'eliminazione mediante cancellazione del contesto urbano circostante; al miglioramento della qualità dell'immagine modificando la luminosità, il contrasto, l'intensità, la brillantezza, la saturazione e la tonalità delle immagini, equalizzando i livelli d'ombra e regolando i valori "colore", ed infine eliminando le linee di discontinuità prodotte dal software a seguito dell'unione delle immagini *(Fig. 24-25-26)*. Il rilievo digitale dei prospetti è stato prodotta alla scala finale di rappresentazione di 1:50.
Con il software Autocad si è proceduto, per tutti i prospetti, alla verifica delle misurazioni effettuate *(Fig. 27)*.
L'immagine finale ottenuta è il rilievo digitale dell'intero prospetto *(Fig. 28-29)*.

Fig. 21: Collimazione dei punti.

Fig. 22: Mosaicatura

Fig. 23: Risultato della mosaicatura del prospetto.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 24: Elaborazioni e miglioramento delle immagini.

Fig. 25: Elaborazioni e miglioramento delle immagini.

Fig. 26: Risultato delle elaborazioni di miglioramento delle immagini.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 27: Verifica delle misurazioni tramite AutoCAD.

NOTE.

[1] G. De Ninno, Giovinazzo e i suoi feudatari dal 1521 al 1770, in "Archivio storico pugliese, 1894-95, a. I., fasc. I, pp. 71 ss.
[2] M. Pasculli Ferrara, Arte napoletana in Puglia dal XVI al XVIII secolo, Fasano 1983, pp. 163-165.
[3] "Il Nuovo Tocco del Bombaun" ANNO VI N.12 (dicembre 1988)
[4] G.B. Pacichelli, Il Regno di Napoli in prospettiva, Napoli 1703
[5] "Il Nuovo Tocco del Bombaun" op. cit.
[6] B. Apolloni Ghetti, Mostra Documentaria - Turi,Conversano, Giovinazzo, Bari 1969, pp. 59-60
[7] F. Palmiotto"Il Nuovo Tocco del Bombaun" op. cit.

Fig. 28: Fotopiano dell'intero prospetto.

Fig. 29: Rilievo digitale dell'intero prospetto.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2.1.3 Il rilievo digitale delle cortine esterne del Palazzo Marchesale di Laterza.

M. Zonno, G. Milella

Cenni storici e architettonici

Affacciato sull'orlo di una gravina, il palazzo Marchesale di Laterza sorge sulle rovine dell'antico castello, il cui nucleo originale, risale al 1393. Fu edificato ad opera del maestro Giacomo Triggiano e da suo nipote Angelo (come attestato lungo la modanatura del portale nord). Il palazzo era dotato di due portali di accesso, uno a sud, verso il centro abitato, l'altro, a nord protetto dalla presenza di un largo fossato profondo 4 metri dotato di ponte levatoio e da una spianata chiusa da uno spesso muro con merli e feritoie *(Fig. 1)*.

Il ponte levatoio conduceva all'ingresso principale costituito da un grande portale a sesto acuto su cui capeggiavano gli stemmi prima dei regnanti e in seguito dei feudatari *(Fig. 2)*.

Le vicende storiche susseguitesi nella "terra di Laterza" portarono il Castello a subire negli anni numerose e profonde modifiche.

La più importante trasformazione avvenne per volontà di Don Pietro Antonio d'Azzia, divenuto Marchese di Laterza nel 1536, che ricostruì quasi totalmente il Castello trasformandolo in dimora Marchesale nel 1548. Ancora oggi è possibile scorgere al centro del portale lo stemma dei d'Azzia sul quale è incisa la data di ricostruzione, 1548.

Il Palazzo si presenta su pianta trapezoidale *(Fig. 3)* con altezze uniformi per tutte le facciate, ad esclusione della facciata sud che raggiunge i 17 metri.

Le mura ed il fossato si sono conservate solo in parte, obliterate o distrutte da abitazioni costruite a ridosso.

La parte restante dell'impianto originale fu modificata in parte già dal Marchese d'Azzia, che occupò una parte del fossato con la realizzazione di locali, e successivamente, ulteriori modifiche furono apportate verso la metà del 1700 da parte del Marchese Antonio Perez Navarrete successore dei d'Azzia, che ne rimase in possesso fino all'abolizione del diritto di feudalità avvenuta nel 1806.

Dall'ingresso principale, attraverso il vasto androne si accede al grande cortile a pianta quadrata, dove erano collocati al piano terra i magazzini e le stalle.

Ai piani superiori si accede attraverso una scala, che conduce al primo piano, destinato alla servitù, ed al secondo

Fig. 1: Laterza, vista della città.

Fig. 2: Portale del Palazzo.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

e terzo piano ove erano situate le abitazioni e le sale di rappresentanza.
Tali ambienti sono voltati a crociera ed a botte, con altezze in chiave sino a sette metri.

Modalità operative

Il rilievo del Palazzo Marchesale ha riguardato: i prospetti esterni nord e sud, i quattro prospetti della corte interna *(Fig. 4)* e gli androni nord e sud.
L'esecuzione del rilievo ha tenuto conto del contesto in cui è inserito l'edificio che ha condizionato le modalità di esecuzione ed il tipo di riprese effettuate.
In particolare la ristrettezza degli spazi e l'impossibilità di accedere ai piani superiori, ha condizionato il rilievo dei prospetti della corte interna, le cui riprese sono state eseguite con l'asse fotografico inclinato.
L'intero lavoro è stato eseguito secondo le modalità previste:

- esecuzione delle riprese fotografiche con camere digitali;
- elaborazione delle immagini mediante fotoraddrizzamento con software dedicati;
- correzione cromatica dei rilievi digitali finali;
- simulazione di interventi di restauro virtuale dei rilievi, mediante elaborazione digitale delle immagini.

Fig. 3: Pianta del Palazzo.

Fig. 4a,b,c: Prospetti corte interna.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ANALISI DELL' INTERVENTO

Le immagini che seguono, permettono di analizzare in dettaglio tutte le principali operazioni fatte per produrre il rilievo digitale del prospetto sud.
Nella foto 6a è visibile il complesso inserito nel contesto urbano, mentre le immagini seguenti *(Figg. 6b,6c)* mostrano i fotopiani di parti dello stesso prospetto.
In alcuni casi si è dovuto intervenire su parti delle immagini fotoraddrizzate, per eliminare alcune deformazioni prospettiche dovute alle condizioni di ripresa.
Nella fase successiva si è proceduto sia alla mosaicatura dei fotopiani *(Fig. 7)*, mediante l'individuazione dei punti omologhi, che alla loro correzione cromatica.
Le immagini sono state rese omogenee (fig. 8) utilizzando il comando bilanciamento esempio/destinazione del software Corel Photo Paint ver. 11.
La parte finale del lavoro ha richiesto l'esecuzione di alcune riprese di dettaglio, per documentare le zone in ombra del prospetto, per la presenza: di auto in sosta, di pali della luce, della recinzione metallica del cantiere *(Fig. 9)*.
L'inserimento delle riprese di dettaglio, opportunamente elaborate, sul rilievo digitale del prospetto ha permesso la sua completa restituzione *(Fig. 10)*.

Fig. 5a: Prospetto nord del cortile interno.

Fig. 5b: Prospetto nord del cortile interno elaborato.

Fig. 6a: Vista generale del complesso.

Fig. 6b: Particolare della facciata.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 6c: Particolare della facciata.

Fig. 7: Mosaicatura degli elementi.

Fig. 8: Correzione cromatica dell'immagine.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 9: Ricostruzione grafica del prospetto.

Fig. 10: Restauro digitave del prospetto.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2.1.4 Il rilievo digitale dei paramenti murari interni della Cattedrale di Andria.

V. Zito[1] , F. Balice[2]

Notizie storiche

La cattedrale di Andria è il risultato della stratificazione dei numerosi interventi attuati sull'originario edificio romanico, costruito nel periodo normanno, sino agli ultimi interventi di restauro della seconda metà del XX secolo.

Il nucleo più antico della chiesa risulta essere stato costruito tra la fine dell'XI e l'inizio del XII secolo in almeno due fasi significative, come risulta da due epigrafi murate nel terzo e nel quarto pilastro sinistro della navata centrale.

All'epoca della fondazione l'edificio doveva verosimilmente avere forma basilicale, a tre navate con presbiterio triabsidato. L'abside centrale sarebbe stata allungata a forma di coro, forma imposta dalla sottostante cripta alto medievale.

Nel XV secolo la chiesa fu ampliata nella zona presbiteriale, con la formazione di un transetto e con l'aggiunta di un nuovo ampio presbiterio, con l'ampliamento delle navate laterali e l'aggiunta di cappelle laterali.

Al XVII secolo risale la trasformazione in forme tardo barocche, limitate all'apparato decorativo. Nel 1844 alla facciata medievale fu sovrapposto un portico neoclassico con sovrastante edicola. Nel 1916, a seguito di un incendio *(Fig. 7)*, fu restaurato il presbiterio. Negli successivi anni '30 furono condotti lavori di isolamento e recupero della cripta. Infine negli anni '60 l'edificio fu sottoposto a "radicali" lavori di restauro portando a pretesto la pericolosità, vera o presunta, di alcuni dissesti statici. Nella maldestra intenzione di riportare l'edificio alla originaria forma romanica furono distrutte quasi tutte le sovrastrutture settecentesche, furono murate le cappelle laterali e fu demolita l'edicola sovrastante il portico con conseguente ricostruzione "in stile" delle parti originarie mancanti.

A seguito di un così vasto insieme di lavori la cattedrale si presenta oggi come un edificio altamente problematico, sia nello studio e nel riconoscimento della sua complessa vicenda storica, sia nell'ipotesi di un ipotetico intervento di restauro volto a mitigare gli effetti negativi ed in gran parte irreversibili dei restauri precedenti.

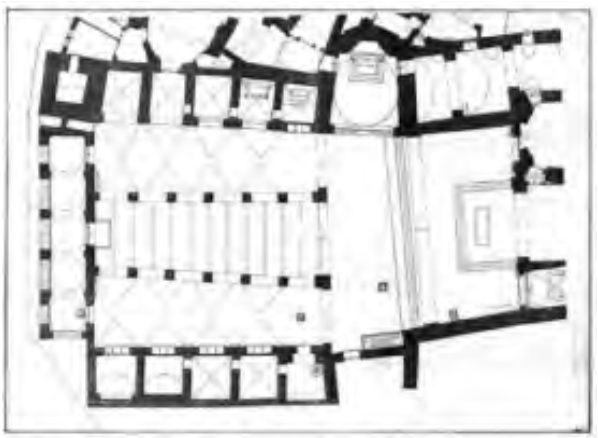


Fig. 1: Pianta della Cattedrale. (Rilievo E. Mansi, B. Inghingolo)

Rilievo e restituzione digitale delle pareti interne

Data la notevole dimensione dell'edificio si è scelto di limitare la sperimentazione metodologica della tecnologia di rilievo alle sole pareti interne le quali, per la loro estensione e per l'articolata configurazione dell'edificio, presentano particolari difficoltà operative.

Per il rilievo fotografico delle pareti è stata usata una fotocamera non metrica Rollei 35 con obiettivo di focale 40 mm e pellicola da 35 mm. Le cattive condizioni di illuminazione della chiesa hanno costretto l'uso di tempi di posa lunghi per una buona impressione della pellicola e numerose campagne di ripresa.

Per il rilievo delle pareti delle navate laterali, data la scarsa profondità offerta dalla larghezza delle stesse navate, si è stazionata la fotocamera nella navata centrale, traguardando la parete oggetto del rilievo attraverso i varchi posti tra i pilastri *(Fig. 1)*.

L'intera sequenza delle foto della parete della navata di sinistra è riportata in *Fig. 2*. Tuttavia, anche alla massima distanza consentita dal sito, spesso non è stato possibile inquadrare in un unico fotogramma il segmento di parete per l'intera sua altezza, ragion per cui sono state eseguite delle foto supplementari.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Per la ripresa del presbiterio, data la maggior distanza disponibile, è stato possibile riprendere con un solo fotogramma la parete per tutta la sua altezza. La sequenza è riportata in *Fig. 8*.
Le stampe fotografiche, nel formato 10x15 cm, sono state poi digitalizzate con una risoluzione di 600 p.p.p., raddrizzate e ridotte in scala separatamente utilizzando l'applicativo ARCHIS. Il rapporto di scala è stato determinando rilevando direttamente, su ciascun campo di ripresa, una dimensione orizzontale ed una verticale significativa. Per i campi superiori delle navate laterali, oggetto delle foto supplementari di cui innanzi, le dimensioni di riferimento sono state ricavate dalle ampie zone di sovrapposizione dei fotogrammi.

Fig. 2: Sequenza foto della navata sinistra.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Per la mosaicatura delle immagini, al fine di restituire l'intera parete, i singoli fotogrammi sono stati opportunamente ritagliati eliminando gli elementi di disturbo (pilastri in particolare) in modo da ricomporre l'intera parete riducendo al minimo gli ulteriori interventi di "pulitura" delle immagini.

La sequenza delle foto raddrizzate ed opportunamente ritagliate della navata sinistra è riportata in *Fig. 3*.

Per la parete di fondo al presbiterio l'opportuno ritaglio delle foto ha permesso di eliminare, in maniera "automatica", l'immagine del grosso crocifisso a lato dell'altare *(Figg. 8 e 9)*.

Infine, utilizzando un comune software di fotoritocco, le immagini sono state ottimizzate uniformando le caratteri-

Fig. 3: Sequenza foto raddrizzate della navata sinistra.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

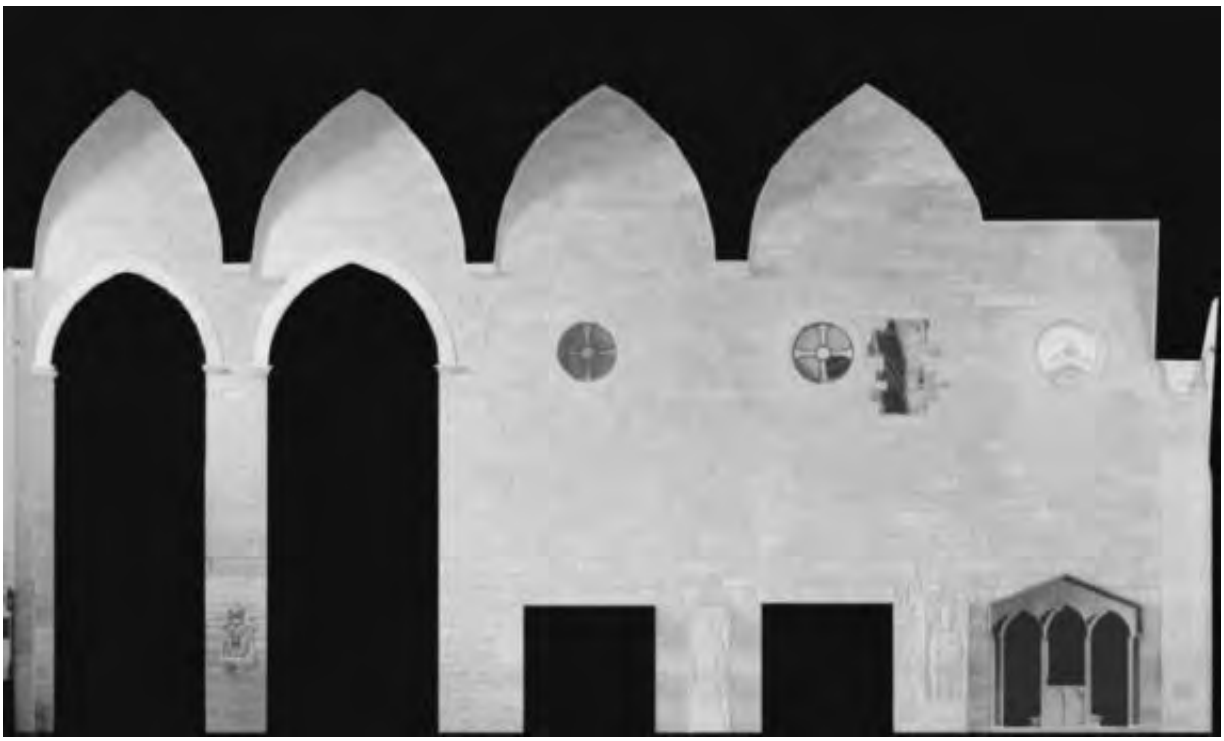


Fig. 4: Restituzione navata sinistra.

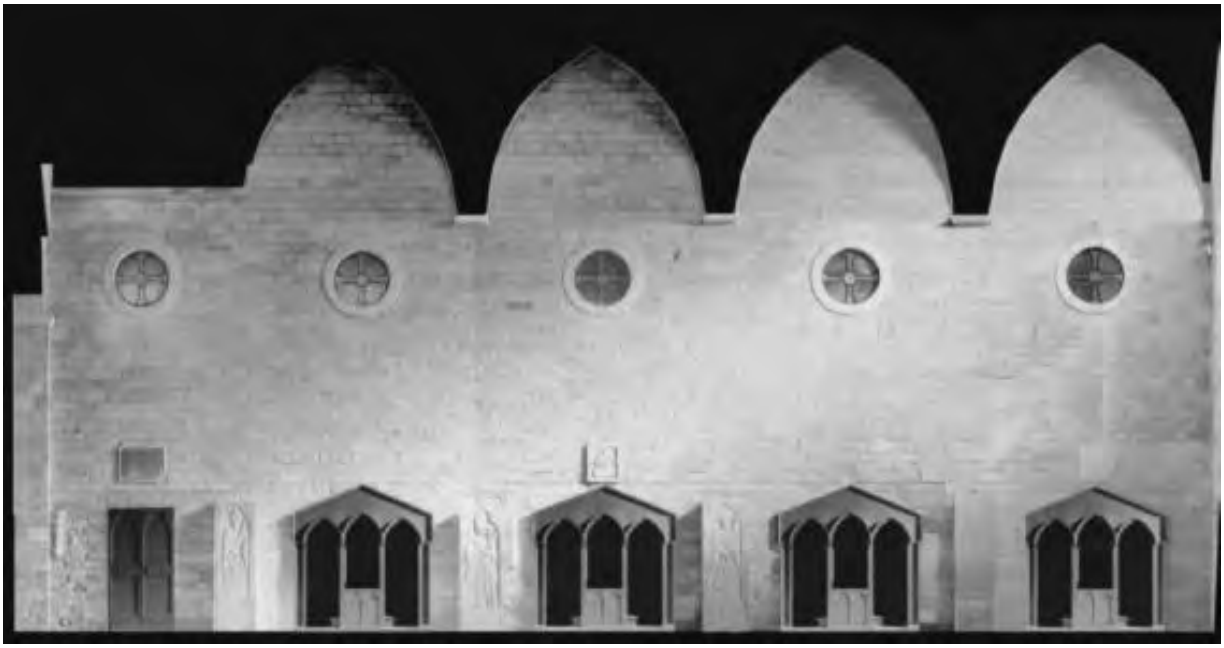


Fig. 5: Restituzione navata destra.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

stiche visive (luminosità, contrasto, saturazione e la tonalità, ecc.) al fine di attenuare le differenze esistenti tra i fotogrammi mosaicati, dovute alla differente posizionatura dei punti di presa, alla variazione delle condizioni di illuminazione, ecc. Attraverso comandi specifici sono state eliminate le linee di frattura normalmente risultanti dall'unione delle immagini, senza modificare quegli elementi posizionati proprio nei punti più critici che quindi, anche dimensionalmente, rimangono corretti.
Il risultato finale delle restituzioni è riportato nelle *Figg. 4,5,6 e 9*.

Fig. 6: Restituzione transetto e presbiterio lato sinistro.

Fig. 7: Il Presbiterio dopo l'incendio del 1916.

Fig. 8: Sequenza foto parete di fondo al presbiterio.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Conclusioni

In questa fase non si è ritenuto opportuno proporre interventi di restauro virtuale in quanto, come si è accennato nelle note storiche, il restauro degli anni '60 ha completamente alterato e compromesso la struttura originaria, come è ben evidente in un saggio praticato nella navata di sinistra. Pertanto si è preferito limitare l'intervento alla fase di documentazione dello stato attuale, strumento comunque utile per eventuali future proposte di intervento.

Note.

[1] Ricercatore CNR-ITC Sezione di Bari. Sono dovute l'impostazione metodologica del lavoro, la ricerca storico-architettonica, il rilievo fotografico e metrico, la stesura della relazione.

[2] Collaboratore Tecnico CNR-ITC Sezione di Bari. Sono dovute la digitalizzazione, il raddrizzamento, la scalatura e mosaicatura delle immagini.

Fig. 9: Raddrizzamento della parete di fondo al presbiterio.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2.1.5 La chiesa di San Marco in Bari.
N. Milella[1]

Notizie storiche

La fondazione della chiesa di San Marco viene fatta risalire dalla storiografia locale al 1003[2], a seguito della liberazione della città di Bari, assediata dai saraceni, da parte della flotta veneziana comandata dal doge Pietro Orseolo. La prima menzione documentaria è data, però, da un atto di donazione del 1187[3] dell'arcivescovo Rainaldo a favore del vescovo di Cattaro, ove tra i firmatari compare un certo Maione "abate della chiesa di San Marco". Più tardi, nel 1205 in un testamento in cui figura il lascito di una casa "in vicinio S. Marci"[4].

Pertanto la fondazione della chiesa andrebbe retrodatata alla seconda metà del XII secolo e quindi in prossimità del 1187, che costituisce come già detto la prima citazione certa dell'esistenza dell'edificio.

Vicende Costruttive

Questa ipotesi trova un ulteriore fondamento se riferita all'episodio della distruzione quasi completa della città, avvenuta nel 1156 ad opera di Guglielmo il Malo, e alla successiva riedificazione, iniziata dieci anni dopo, nel corso della quale la città fu animata da un intensa attività edilizia che comportò la ricostruzione di quasi tutti gli edifici religiosi a cominciare dalla più importante e prestigiosa cattedrale.

Fig. 1: Ricostruzione grafica della pianta della chiesa medioevale.

Pertanto è possibile che sul sito di un edificio più antico, si sia edificata la chiesa di San Marco il cui schema costruttivo fu senz'altro influenzato dalla Basilica Nicolaiana.

Lo schema planimetrico che si può ipotizzare è quello di una piccola basilica a tre navate absidate, delle dimensioni 17,80 x 13,20[5] *(Fig. 1)*.

Gli elementi superstiti dell'edificio medievale: la facciata tripartita da lesene *(Fig. 2)* e l'archetto situato sul fianco sud *(Fig. 3)*, resto di una teoria di arcatelle che si spiegava lungo le cortine laterali, rinviano al modello nicolaiano[6].

Nel XIII secolo l'edificio fu sottoposto ad un restauro per volere di un medico di nome Giovanni, la cui entità non è oggi definibile, ed a cui si riferisce la lapide[7] , conservata presso il museo storico diocesano di Bari.

Nel XVII secolo a seguito delle modificazioni del tessuto urbano circostante, la chiesa subì il taglio e la demolizione della navata laterale destra[8]. Ulteriori rifacimenti delle suppellettili e degli arredi sono documentati nel XVIII secolo, all'insediamento nella chiesa della confraternita della Buona Morte a cura del priore Mons. Nuzio Gaeta[9].

Descrizione dell'edificio

La semplice facciata cuspidata è compresa tra due alte lesene rifinite da una cornice a piccole foglie a terminazione lobata.

Al centro della facciata si apre un portale di reimpiego risalente all' XI secolo, forse proveniente da una chiesa più antica, che mostra notevoli analogie con quello della chiesa abbaziale di Ognissanti di Cuti fondata nell' XI secolo ad opera del nobile barese Eustazio[10].

Il portale è caratterizzato da un arco a tutto sesto a quadruplice ghiera, con decorazioni in negativo e positivo dentellato, a mezzi cerchi, a grani di rosario e con il quarto ordine più interno a dentelli.

Nella zona superiore al di sotto della cuspide è situato un rosone a raggiera con tre ordini di decorazione al cui centro campeggia il simbolo marciano, mentre in basso si aprono due monofore a tutto sesto disposte simmetriche tra loro.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

La zona absidale della navata centrale appare liscia e intonacata, mentre quella laterale presenta una facciata ottocentesca che termina superiormente con un campanile a vela che si conclude con un timpano che sormonta due fornici archivoltati. Su questa facciata si apre inoltre una finestrella mistilinea sotto la quale è posta una formella policroma raffigurante la Vergine del Pozzo tra santi Antonio e Marco.

All'interno le navate sono divise in tre campate da pilastri cruciformi. La navata centrale presenta volte a crociera nella prime due campate e a vela nell'ultima. Le coperture sono impostate a diversa quota, quelle della navatella hanno quota di un metro maggiore rispetto quella della navata maggiore. Questa termina con abside semi circolare occupata dall'altare ottocentesco.

Ricostruzione virtuale della facciata

La ricostruzione della facciata nel suo probabile assetto medievale è stata ottenuta utilizzando il rilievo digitale della navata centrale, unico elemento chiaramente visibile insieme alle dimensioni degli elementi costituitivi della navata laterale sinistra.

La struttura di quest'ultima presenta un apparecchiatura in conci di pietra calcarea del tutta analoga alla facciata centrale, inoltre in essa si aprono una porta ad arco lunato e nella zona superiore in asse una piccola monofora.

La facciata risulta essere parzialmente interrata per una profondità di 1,5 metri circa, misura dedotta dal confronto dimensionale con la facciata della vicina chiesa di San Gregorio[11] *(Fig. 4)*.

Il rilievo dell'edificio ha permesso la ricomposizione grafica della pianta e degli alzati *(Fig. 5)*, sulla cui base è stato possibile realizzare un modello 3D *(Fig. 6 a/b)* ed infine ricostruire il rilievo digitale dell'esistente *(Fig. 7)*.

In questa fase la ricostruzione virtuale è stata limitata alla sola facciata principale, di cui si disponeva di elementi certi.

La navata laterale destra è stata integrata nelle parti non visibili, perché coperta da un corpo di fabbrica che ne impedisce la vista dall'esterno. Mentre la navata sinistra è

Fig. 2: Facciata principale.

Fig. 3: Fiancata sud, archetto situato sul fianco sud.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

stata riprodotta clonando e ribaltando simmetricamente la navata destra.

Per la parte interrata, si è supposto, con buona approssimazione un apparecchiatura muraria del tutto simile a quella visibile in superficie, che si è riprodotta per clonazione per un altezza pari ad metri 1,5 *(Fig. 8)*.

Il risultato finale è certamente utile a fini didattici per mostrare nel concreto l'edificio nella sua configurazione originaria.

L'esperienza descritta mostra ancora una volta le potenzialità delle tecniche di restauro ed integrazione virtuale la cui applicazione, oltre che al settore della progettazione, si estende nel campo della valorizzazione dei beni architettonici per il sua elevato valore comunicativo.

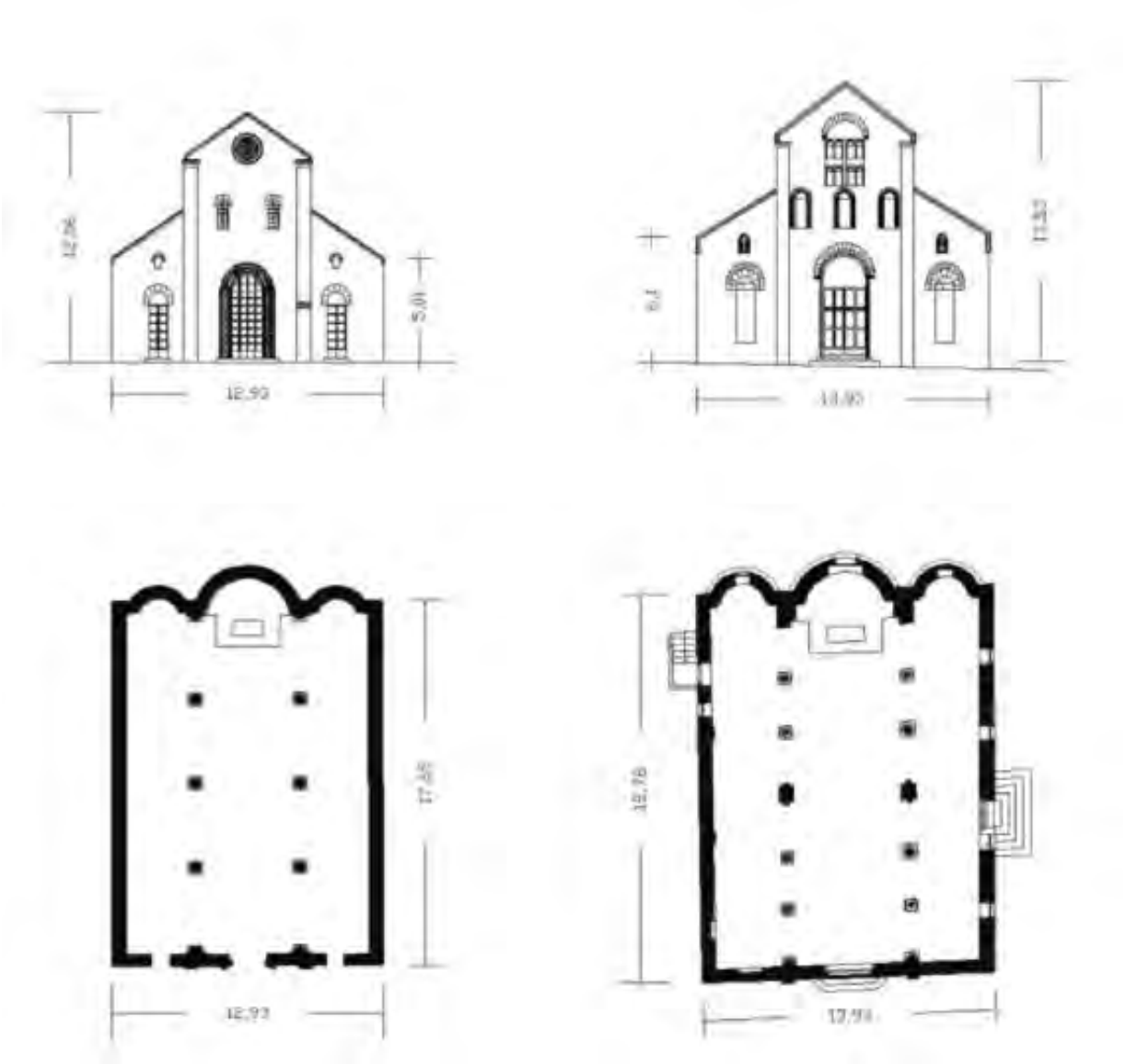


Fig. 4: Confronto dimensionale tra le facciate e le piante della chiesa di San Marco e quella di San Gregorio.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

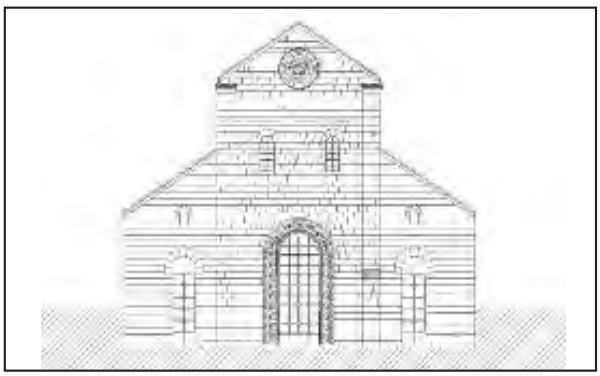


Fig. 5a: Ricostruzione grafica della facciata principale.

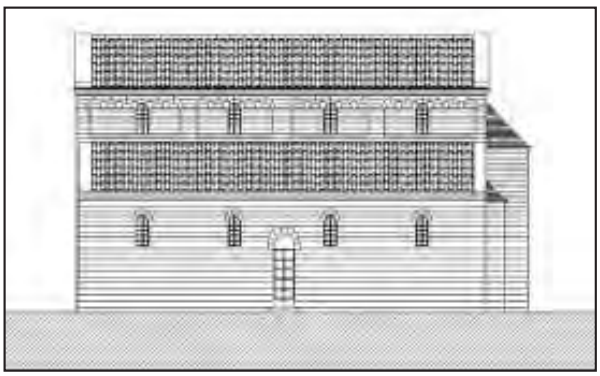


Fig. 5b: Ricostruzione grafica del fianco sud.

Fig. 6 a/b: Modello 3D della chiesa di San Marco.

Fig. 7: Rilievo digitale del prospetto della chiesa di San Marco.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 8: Ricostruzione ed integrazione digitale del prospetto della chiesa di San Marco.

NOTE.

[1] Si ringraziano gli studenti del Corso di laurea in Scienza e Tecnologia per la Diagnostica e la Conservazione dei Beni Culturali della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università di Bari, Ilaria Milella ed Arturo Del Muscio. A loro si deve la ricerca storico-architettonica.

[2] A. Beatillo, Storia di Bari, Napoli 1637 (Bari 1886).

[3] G. B. Nitto De Rossi, F. Nitti, Le Pergamene del duomo di Bari (952-1264), doc. n°60, anno 1187.

[4] C.D.B., VI, doc. N°38 a. 1219 (autentica di un testamento del 1205).

[5] Si auspica l'esecuzione di saggi nella zona retroabsidale, sul fianco sinistro ed all'interno dell'edificio che porterebbe ad una definizione certa dell' assetto planimetrico originale.

[6] La chiesa di San Marco trova sorprendenti analogie con la vicina chiesa di San Gregorio, anch'essa ricostruita sui resti di un edificio più antico, nella seconda metà del XII secolo secondo un modello che si ispira chiaramente alla basilica Nicolaiana. Le chiese di Santa Scolastica, S. Maria del Buon Consiglio e di Santa Maria dei Ravellesi, seppur in modo frammentario a causa delle trasformazioni e distruzioni succedutesi nei secoli, mostrano anch'esse elementi che rinviano allo stesso modello.

[7] La lapide attualmente conservata nel museo dicesano di Bari, era collocata in origine sulla facciata in corrispondenza della parte superiore della navata laterale sinistra. Il testo della lapide è il seguente

LAPSA VETUSTATE DOMUS HAEC TIBI MARCE BEATE
DURAT IN HIS ANNIS STUDIO RENOVATA IOHIS
ERGO PATER CURA SIBI DIGNA REPENDERE IURA
ET PRO COLLATIS MEDICUM CONIUGE BEATIS

[8] Archivio Soprintendenza ai B.AAA.S di Puglia, 1910 "Corrispondenza fra Confraternita di S.Antonio e Soprintendenza"

[9] Biblioteca Nazionale, ex archivio D'Addosio, II/16.

[10] La fondazione della chiesa e dell'abbazia di Ognissanti, in località Cuti, viene fatta risalire ad un periodo compreso tra il 1061 ed il 1078.

[11] Le dimensioni della chiesa di San Marco si possono ottenere moltiplicando le dimensioni della chiesa di San Gregorio per un coefficiente medio pari a 0,89.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2.1.6 Il rilievo e la restituzione digitale della "Villa degli Zekati" in Gjirokastra (Albania).

N. Milella, F. Balice

La città di Gjirocastra.

Gjirokastra è una delle città meridionali dell'Albania, situata a 120 Km a sud di Tirana. Collocata sul pendio del monte Largo, che domina il fiume Drino, ha una forma che la fa assomigliare ad una mano di dimensioni ciclopiche.

Le prime tracce della città risalgono al I sec. a. C, ma è a partire dal secolo XIII che diviene un centro urbano.

I documenti la citano per la prima volta nel 1336, sotto il nome di Argyropolihne (distretto di Argyro), secondo una leggenda infatti avrebbe preso il nome della principessa Argyro, che per evitare di cadere nelle mani degli invasori si lanciò da una torre, morendo.

Il borgo antico, ben conservato, è caratterizzato da case con tetti ricoperti da grosse scaglie di pietra, senza balconi, ma con numerose finestre, accostate l'una all'altra, con infissi elaborati. Eleganti verande impreziosiscono le facciate degli edifici, alcune rientranti rispetto a due corpi avanzati, altre sono poste agli angoli.

Le stradine del borgo antico sono lastricate con basolati posati in opera con estrema cura.

Descrizione dell'edificio[1]

Lo studio di "Villa degli Zekati" *(Fig. 1)* è stato impostato sulla base di una documentazione bibliografica e cartografica di riferimento, fornita dall'Istituto dei Monumenti e della Cultura dell'Albania e da documentazione fotografica del manufatto effettuata in loco.

La "Villa degli Zekati" è un edificio dell'800, situato nel quartiere chiamato "Palorto" ubicato nel centro storico di Gjirokastra; ed appartenuto ad una famiglia di origine feudale.

La "villa" rappresenta, dal punto di vista tipologico, un edificio fortificato: le strutture difensive sono evidenti nelle impostazioni a torre dei manufatti e nel sistema multiplo delle cinte murarie dei cortili e dei giardini.

La costruzione dell'edificio è impostata non solo secondo criteri di economia delle risorse a disposizione, per l'impiego di materiali e tecnologie locali, come la pietra e il legno, ma anche secondo criteri di resistenza nel tempo, agli agenti atmosferici e alle perturbazioni climatiche.

Le murature sono in conci di pietra calcarea squadrati legati tra loro con malta di calce.

Lo spessore della muratura portante è variabile in funzione dei livelli.

L'involucro murario nei piani intermedi presenta un coronamento di travi in legno inserite nello spessore che consentono una migliore distribuzione dei carichi ed una funzione controventante.

L'involucro murario presenta negli angoli conci in pietra

Fig. 1: Villa degli Zekati

Fig. 2: Rilievi dell'edificio.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

lavorata alla bocciarda di dimensioni regolari. Relativamente ai componenti di chiusura le finestre, in funzione dello spessore del muro sono costituite da due serramenti, la parte interna in vetro, l'altra parte del serramento esterno in legno con funzione isolante.

All' esterno le parti superiori dei vani porta e finestra sono ad arco, con pietre cesellate in due file, che hanno una funzione decorativa e portante. Le scale sono costruite in conci di pietra, poggianti su volte a semibotte.
Per quanto riguarda le tipologie dei solai queste sono miste.

Al piano terra sono a volta in continuità della stessa muratura, ai piani superiori gli orizzontamenti sono in legno realizzati con tavolati e travi.
Sulla parte inferiore il soffitto è decorato e disegnato con fiori, uccelli, leoni e decorazioni varie dove spiccano delle forme geometriche significative.

La copertura è realizzata con capriate in legno collegate tra loro con travi, poste ad una distanza di 70 cm e altezza di 3 mt, La copertura è realizzata con lastre di pietra da 33x20x2 cm appoggiate su un tavolato.

Sopra il tetto sono posizionati i camini ciascuno aventi due aperture da ogni lato, e una piastra posizionata orizzontalmente che serve a non fare entrare l'acqua delle precipitazioni meteoriche.

Fig. 3: Riprese fotografica dell'edificio.

Rilievo e restituzione digitale dell'edificio

Per quanto riguarda il rilievo dell'edificio si sono utilizzati gli elaborati cartacei eseguiti alcuni anni fa a cura dell'Istituto Monumenti Culturali di Tirana, opportunamente verificati ed utilizzati come base per le operazioni di fotoradrizzamento delle immagini *(Fig. 2)*.

La base fotografica è stata eseguita ex - novo utilizzando camere fotografiche non metriche, dai corsisti del progetto Interreg II Italia - Albania.

La posizione dell'edificio, posto al di sopra di un altura e circondato da terreno scosceso ha reso difficoltose le operazione di ripresa fotografica, non potendo utilizzare punti di stazione posti alla stessa quota dell'edificio.

Pertanto si sono dovute eseguire numerose riprese, spesso con prese angolate caratterizzate da forte distorsioni, che hanno reso più difficoltose le operazioni di fotoraddrizzamento *(Figg 3,4,5,6,7)*.

In assenza di una base topografica, si è fatto uso del metodo semplificato basato su una serie discreta di misurazioni eseguite direttamente sull'edificio.

Come è ben risaputo l'errore che si determina nelle operazioni di raddrizzamento e scalatura dell'oggetto raggiunge, in questo caso, il valore massimo di 5 cm, che si riduce a 0,5 mm alla scala di rappresentazione del rilievo digi-

Fig. 4: Riprese fotografica dell'edificio.

Fig. 5: Riprese fotografica dell'edificio.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

tale che è di 1:50.

L'esperienza dimostra come sia possibile raggiungere risultati qualitativi di rilievo, anche in condizioni operative non ottimali ed utilizzando strumentazioni comuni da parte di operatori che avevano raggiunto il pieno possesso del metodo e della tecnica di ripresa in un periodo di alcuni mesi *(Fig. 8)*.

NOTE.

[1] Per la realizzazione del rilievo digitale si è utilizzato la cartografia vettoriale prodotto dal gruppo di architetti ed ingegneri albanesi che hanno partecipato nel 2001 al terzo corso svolto dall'IRIS CNR di Bari nell'ambito del progetto Interreg II Italia - Albania.

Fig. 6: Riprese fotografica dell'edificio.

Fig. 7: Riprese fotografica dell'edificio.

Fig. 8: Restituzione digitale dell'edificio.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2.1.7 Il rilievo digitale della Chiesa Di S. Nicola e della Moschea del Re A Berat (Albania)

N. Milella, M. Zonno

La chiesa di San Nicola

La chiesa di S. Nicola *(Fig. 1)*, situata nel territorio di Perhondi, a pochi chilometri dalla città di Berat risale nel suo impianto generale al secolo XI, fatta eccezione del campanile e della campata ovest, aggiunti nel XIII secolo in sostituzione del nartece.

Fig. 1: Perhondi (Berat) - Chiesa di San Nicola.

L'edificio presenta una pianta basilicale a tre navate concluse da absidi e ripartite da due file di colonne e pilastri *(Fig. 2a)*.

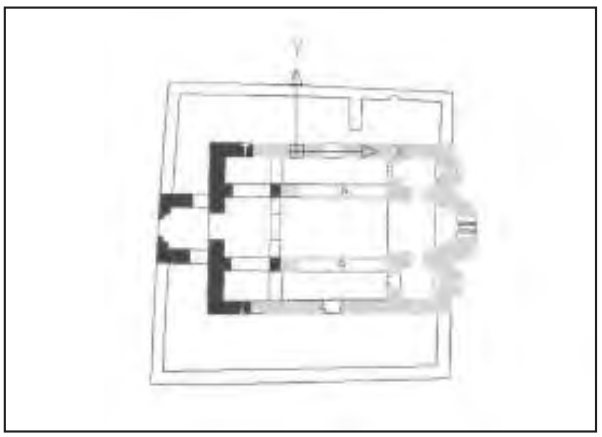
La differente epoca cronologica è evidenziata dalla tecnica di posa in opera dell'apparecchiatura muraria in "*opus mixtum*", che in corrispondenza del campanile e della facciata principale è costituita da conci di pietra squadrati alternati da filari di mattoni disposti su piani di posa regolari, mentre la parte restante è fortemente caratterizzata dall'utilizzo di conci di pietra dalla forma e struttura irregolare che condiziona fortemente la continuità dei piani di posa.

Nel settecento l'edificio fu ampliato mediante l'edificazione di ambienti disposti lungo il suo perimetro, demoliti nel 1970 in occasione di un restauro finalizzato alla liberazione ed alla valorizzazione dell'antico edificio bizantino.

Allo stato attuale la chiesa di San Nicola necessita di interventi di restauro conservativo delle strutture murarie e di una manutenzione straordinaria delle coperture.

La moschea del re

La moschea del Re *(Fig. 3)* fa parte del primo nucleo islamico medievale della città di Berat, risalente al XV secolo, composto dalla "*tekke halvettiye*" dell'ordine dei Dervisci, la "*medrese*" o scuola coranica e da altre costruzioni disposte al suo intorno.



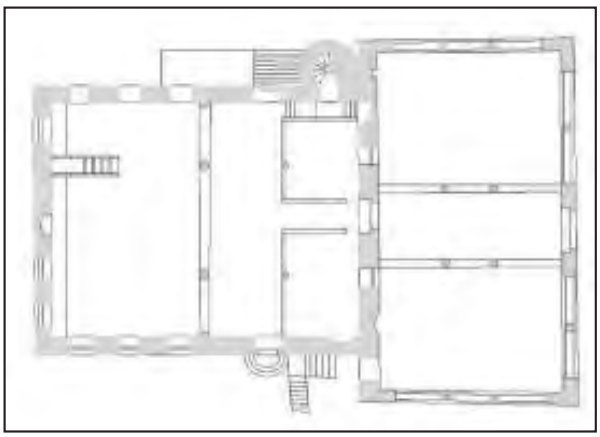


Fig. 2a/2b: Pianta della chiesa di San Nicola e della Moschea del Re

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

L'edificio, voluto dal sultano Bayazit II da cui prende il nome, deve gran parte della configurazione attuale ad una ricostruzione effettuata nel 1832, come è testimoniato da un'iscrizione esistente al suo interno.
L'edificio è composto dalla stanza delle preghiere, dal minareto situato sul lato sud ovest a destra dell'entrata principale, e dallo "hayat" o portico, disposto su tre lati della pianta interamente coperta da travi ed assito in legno e tegole in laterizio *(Fig.2b)*.

Il rilievo

Il rilievo dei due edifici[1] è stato preceduto da un sopralluogo preliminare per verificare sul campo le reali condizioni operative e la presenza eventuale di ostacoli che avrebbero potuto creare problemi all'esecuzione delle riprese fotografiche.
Inoltre sono state rilevate le dimensioni principali dei due edifici al fine di definire il numero di riprese necessario ad inquadrare completamente il monumento.
Entrambi gli edifici non presentavano particolari difficoltà operative, essendo completamente liberi lungo l'intero perimetro, fatta eccezione per la presenza di alcuni alberi davanti ai prospetti della moschea e di una cancellata di recinzione in corrispondenza di tre dei quattro prospetti della chiesa di San Nicola.
Per la moschea del Re l'esecuzione di una ripresa supplementare, finalizzata a superare l'ostacolo costituito dagli alberi, ha permesso di eliminare nella fase di produzione del rilievo digitale del manufatto il conseguente vuoto di informazioni.
Per la chiesa di San Nicola, non si è potuto evitare la presenza della recinzione, a causa della distanza troppo ravvicinata della stessa ai paramenti murari dell'edificio.
Il rilievo generale di entrambi gli edifici è stato integrato con riprese di dettaglio degli elementi o parti architettoniche di particolare pregio quali portali e finestre.

Fig. 2: Berat: Moschea del Re

La restituzione digitale

Le immagini digitali dei due edifici, sono state trasmesse a mezzo posta elettronica, consentendo sia una rapida acquisizione del materiale da eleborare che la valutazione della qualità delle immagini, delle modalità di ripresa ed in generale del rispetto delle norme di rilievo per la produzione di cartografia digitale.
La semplicità del metodo adottato, l'utilizzo di internet e della posta elettronica, ha reso possibile la collaborazione a distanza tra il gruppo di lavoro dei tecnici albanesi ed il gruppo di lavoro dei ricercatori dell'ITC di Bari.
La prova principale del successo di questa esperienza sono state le poche integrazioni richieste alla documentazione di rilievo.
Per la restituzione dei due edifici ci si è avvalsi del programma Archis 2D versione 5.0, la cui scelta rispetto ad altri programmi di fotoraddrizzamento, è dipesa dalla interattività dei comandi che permette anche ad un utente poco esperto un rapido e corretto utilizzo.
Il software Archis 2D opera su immagini digitalizzate (immagini raster) dell'oggetto da rilevare.
Queste possono essere raddrizzate, portate alla scala desiderata e mosaicate.
Quando l'oggetto da rilevare può, ragionevolmente, essere considerato piano, il raddrizzamento della fotografia dell'oggetto in questione fornisce un'immagine assimilabile ad una proiezione ortogonale.
Il procedimento di raddrizzamento dell'immagine che viene utilizzato all'interno di Archis 2D è di tipo analitico.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Per eseguire il raddrizzamento di una determinata immagine, qualunque sia il procedimento che viene seguito, è necessaria la conoscenza degli otto parametri che definiscono la relazione omografica fra il piano dell'immagine fotografica originaria e quello dell'immagine raddrizzata. La loro determinazione richiede la conoscenza delle due coordinate X ed Y di almeno quattro punti dell'oggetto in questione, opportunamente dislocati sull'immagine da raddrizzare, espresse sia nel sistema di riferimento oggetto che nel sistema di riferimento immagine.

Nel caso siano noti più dei quattro punti strettamente necessari può essere applicata una procedura ai minimi quadrati per la minimizzazione dell'errore residuo.

L'esecuzione delle misure necessarie alla determinazione di tali punti può presentare in pratica notevoli difficoltà e comportare tempi di esecuzione e costi non indifferenti.

Nel caso particolare del rilevamento architettonico è però spesso possibile sfruttare, per la determinazione dei suddetti parametri, la regolarità delle forme architettoniche e, più precisamente, le linee verticali ed orizzontali ed i rapporti esistenti fra le dimensioni di alcuni elementi geometrici.

E' possibile quindi realizzare il raddrizzamento anche senza ricorrere ad alcun punto di appoggio, limitando le misure da effettuare sull'oggetto a pochi elementi dimensionali.

Archis 2D consente di realizzare il raddrizzamento dell'immagine digitalizzata in ambedue i casi accennati sopra e

Fig. 4: Chiesa di San Nicola: Prospetti digitali nord ed ovest

Fig. 5: Chiesa di San Nicola: Prospetti digitali sud ed est

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

cioè sia nel caso in cui si disponga di punti di coordinate note sia in assenza di tali punti. In questo secondo caso i parametri necessari alla trasformazione omografica dell'immagine si deducono dall'individuazione dei punti di fuga orizzontale e verticale ed attraverso altre considerazioni che riguardano la geometria dell'immagine.

Poiché la determinazione dei punti di fuga può risultare critica nel caso in cui uno di essi od ambedue si trovino a distanze molto grandi, è richiesta, ove possibile, la conoscenza di altri elementi dimensionali.

Questi possono essere, per esempio, il valore del rapporto fra due lunghezze, dislocate rispettivamente lungo le direzioni orizzontale e verticale dell'immagine. Ovviamente la precisione metrica raggiungibile quando si abbiano a disposizione punti noti in numero sufficiente risulta essere, nella maggior parte dei casi, superiore a quella ottenibile con il procedimento sopra accennato.

D'altra parte la precisione raggiungibile attraverso tale metodologia, che, come si è accennato, richiede conoscenze dimensionali limitatissime dell'oggetto da rilevare consente quindi una drastica riduzione dei tempi e dei costi di esecuzione del rilevamento, ed è in pratica, nella maggior parte dei casi, ampiamente sufficiente a soddisfare le esigenze che sono alla base di molti rilievi di monumenti architettonici.

La ripresa fotografica può quindi essere eseguita con una qualsiasi camera, anche non metrica, purché capace di fornire un'immagine ad alta risoluzione.

Infatti, tanto più piccole sono le dimensioni delle porzioni elementari (pixel) che formano l'immagine digitale, tanto maggiore è la precisione con cui è possibile effettuare sullo schermo il riconoscimento dei particolari e le operazioni di puntamento e di restituzione. Occorre però tener conto, a questo riguardo, che una maggiore risoluzione comporta necessariamente un maggior numero di informazioni numeriche da trattare e quindi una maggiore occupazione di memoria del calcolatore ed un aumento dei tempi di elaborazione.

Nel caso della Moschea del Re e della chiesa di San Nicola si è utilizzata la procedura semplificata, basata sulla misurazione di elementi verticali ed orizzontali, al fine di ridurre al massimo i tempi di rilievo.

Questa scelta ha comportato nella fase di restituzione alcune difficoltà causate dalla differente struttura dei due edifici.

Nel caso della chiesa di San Nicola, i paramenti murari delle navate e della zona absidale sono realizzati con conci di pietra dalla forma e struttura irregolare che condizionano fortemente la continuità dei piani di posa.

La restituzione è stata condizionata dall'assenza di linee orizzontali e verticali certe e quindi dalla difficoltà di individuare con precisione i punti di fuga del manufatto.

L'esperienza e lo studio minuzioso dell'edificio ha permesso l'individuazione degli elementi strutturali orizzontali e verticali necessari ad ottenere fotoraddrizzamenti corretti.

Un'altra difficoltà è stata rappresentata dalla complessa articolazione dei prospetti, caratterizzati dalla giacitura su piani differenti degli elementi costitutivi, che ha richiesto la loro scomposizione in parti diverse da sottoporre a fotoraddrizzamento.

Nella fase successiva, eseguita con il programma Corel Photopaint 12, si è proceduto al montaggio dei singoli fotopiani, utilizzando un vettoriale di inquadramento dell'edificio importato da Autocad 2004.

La conclusione del lavoro, riferita ad ogni singolo prospetto, ha richiesto :

- L'utilizzo di specifici plug-in per il raddrizzamento di superfici curve quali il torrino del campanile;
- il miglioramento dell'immagine mediante la regolazione dei diversi toni colore, luminosità, contrasto, intensità;
- l'inserimento di particolari architettonici quali porte e finestre a più alta risoluzione;
- L'eliminazione della cancellata su tre lati dell'edificio eseguito su ogni singolo mattone o concio di pietra, utilizzando il comando clona messo a disposizione del programma di fotoritocco utilizzato *(Figg. 4-5)*.

Per quanto riguarda la Moschea del Re, le difficoltà sono state rappresentate dal rivestimento dei paramenti murari, imitante un apparecchiatura in conci di tufo.

La mancanza del parallelismo tra i piani di giacitura della finta muratura, ha condizionato le operazioni di fotoraddrizamento, che si sono potute effettuare facendo riferimento agli elementi architettonici presenti quali: porte e finestre.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Anche per la moschea, per ogni prospetto, si sono eseguite le seguenti operazioni conclusive:

- L'utilizzo di specifici plug-in per il raddrizzamento di superfici curve quali il minareto, caratterizzato da una superficie alta e snella su pianta circolare;
- il miglioramento dell'immagine mediante la regolazione dei diversi toni colore, luminosità, contrasto, intensità;
- l'inserimento di particolari architettonici quali porte e finestre a più alta risoluzione;
- L'eliminazione dell'impianto elettrico provvisorio disposto su tutti i prospetti utilizzando il comando clona *(Figg. 6-7-8-9)*.

L'esperienza descritta, conferma la possibiltà che si possano compiere operazioni di rilievo a distanza utilizzando le competenze specifiche presenti su territori differenti, conseguendo un notevole risparmio di tempi, personale impiegato e soprattutto dei costi di rilievo e produzione della cartografia digitale.

NOTE.

[1] Il rilievo dei due edifici è stato eseguito da un gruppo di tecnici dell'Istituto dei Monumenti e della Cultura di Tirana composto da Marsela Plyku (urbanista), Kozeta Angjeliu (ingegnere), Ervin Panidha (Architetto).

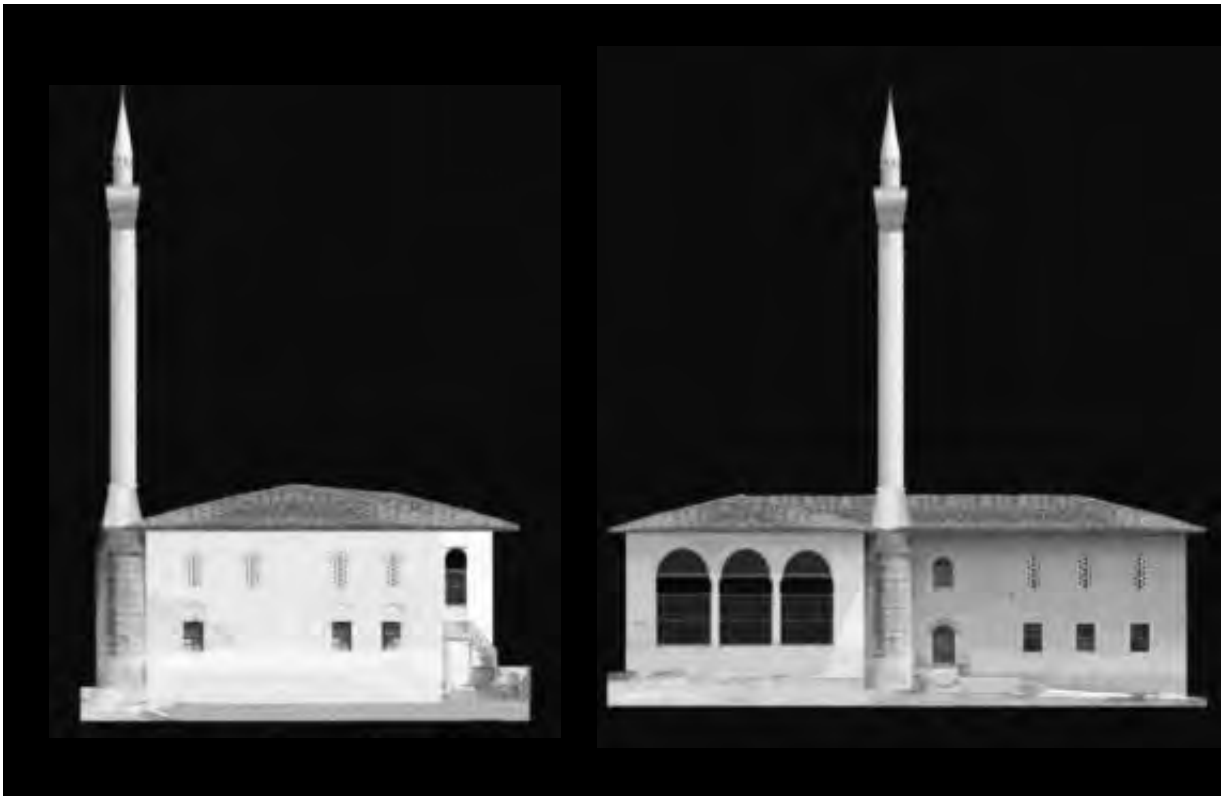


Fig. 6: Moschea del Re : prospetti digitali sud-est.

Fig. 7: Moschea del Re : prospetti digitali sud-ovest

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 8: Moschea del Re : prospetti digitali nord-est

Fig. 8: Moschea del Re : prospetti digitali nord-ovest

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2.1.8 Il rilievo mediante scansione laser dei monumenti e dei centri urbani

N. Milella, M. Zonno

Premessa

La scansione laser è tra i metodi più efficaci per il rilievo digitale tridimensionale, esso permette di poter rilevare e rappresentare oltre che singoli manufatti edilizi, anche di notevoli dimensioni, intere aree e contesti ambientali quali piazze e elementi naturali. L'utilizzo di questi sistemi permette di ottenere vantaggi notevoli rispetto ai sistemi tradizionali; ciò che principalmente spinge gli utenti a prediligere queste apparecchiature sono: i tempi ridotti della fase di rilievo, la riduzione del personale che deve operare e la notevole quantità e precisione dei dati acquisiti. La scansione laser permette di sintetizzare in una sola fase operativa: l'acquisizione, l'elaborazione e la creazione del modello tridimensionale. Per ottenere questi risultati la tecnologia del laser scanning utilizza un fascio di piccole dimensioni che colpisce la superficie dell'oggetto registrando un numero elevatissimo di punti.

Principi su cui si fonda la scansione laser

Il principio su cui si fonda il funzionamento del laser scanner è detto TOF (Time of Flight) ed in pratica calcola la distanza dall'oggetto rilevato, misurando il tempo di andata e ritorno dell'impulso laser inviato.
Il prodotto della scansione è una nuvola di punti che descrive tutta l'area della zona rilevata. La nuvola di punti generata sarà tanto più densa, e quindi migliore il dettaglio della rappresentazione, quanto maggiore è la risoluzione impostata.
La distanza massima, della maggior parte degli attuali

Fig. 1: Laser scanner 3D Trimble GS 200.

Fig. 2: Laser scanner Riegel LMS-Z420i

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

scanner laser, è di alcune centinaia di metri, mentre l'angolo di scansione può variare da 40° a 360° in un'unica sessione.
In rapporto alla complessità degli edifici da rilevare e alle caratteristiche tecniche dell'apparecchiatura a disposizione può non essere sufficiente effettuare una sola scansione; in questo caso è necessario progettare il lavoro in modo da avere zone di sovrapposizione comuni alle singole scansioni che abbiano punti riconoscibili dell'oggetto.
L'unione di più nubi si può effettuare sia mediante il confronto delle misure topografiche sia utilizzando l'andamento morfologico dei due oggetti, riconoscendo punti omologhi riconducibili a due nubi. Quest'ultima modalità può avvalersi dell'utilizzo di "targets" che consentono di individuare con certezza i punti di sovrapposizione.
Anche nel caso di una singola scansione la nuvola di punti descrive parzialmente l'oggetto, in quanto il raggio laser emesso incide l'oggetto da una particolare angolazione lasciando in ombra le superfici nascoste che pertanto non saranno rilevate.

INTEGRAZIONE TRA FOTOGRAMMETRIA E LASER-SCANNING

Una delle caratteristiche più recenti introdotte nella strumentazione per il laser scanning è la possibilità di acquisire non solo le tre osservazioni che permettono di calcolare le coordinate X,Y,Z di ogni punto, ma di acquisire anche i valori RGB corrispondenti al singolo punto. Per poter ottenere dei valori RGB accurati e con risoluzione spaziale che superi quella della scansione alcune case produttrici hanno assemblato in modo solidale al laser-scanner una fotocamera digitale pre-calibrata. Questa fotocamera si configura esattamente come un fototeodolite in quanto è possibile registrare direttamente la posizione e l'orientamento di ogni singolo scatto nel sistema di riferimento del laser-scanner. Sono infatti noti da calibrazione i 6 parametri (3 rotazioni e 3 traslazioni).
Il passaggio dal sistema scanner al sistema camera permette di ottenere ortofoto combinando la scansione laser con l'immagine, che viene applicata come una texture sulla superficie del modello.
Dal modello tridimensionale è possibile produrre rappresentazioni standard o CAD utilizzando programmi dedicati quali 3Dstudio Viz o max, Microstation, Polyworks, ecc. con cui realizzare modellazioni solide ad elevato contenuto realistico.

Nel corso della ricerca si sono potuti utilizzare due modelli di marche differenti, le cui caratteristiche sono riassunte nella *tabella 1*, verificando le loro prestazioni in relazione alla possibilità di ottenere in tempo reale ortofo-

CONFRONTO PRESTAZIONALE

SCANNER LASER	Campo di ripresa	Precisione nella modellazione della superficie	Distanza di ripresa	Distanza ottimale di ripresa
RIEGL LMS-Z 420i	0° - 333° Orizzontale 0° - 80° verticale	± 5 mm	2,0 ÷ 350 m	2,0 ÷ 250 m
TOPCON GS –200	0° - 360° Orizzontale 0° - 60° verticale	± 3 mm a 50 m	1,0 ÷ 350	1,0 ÷ 200 m

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

to digitali e modelli 3D ad alto contenuto realistico di: manufatti architettonici, spazi urbani ed extraurbani.

Il rilievo del Palazzo Filomarino in Palo del Colle (Ba): cenni storici

L'oggetto della sperimentazione è stato il Palazzo Filomarino, che sorge sulla piazza centrale di Palo del Colle, un edificio monumentale, in stile neoclassico costruito, alla fine del XVIII secolo su ordine del principe Gianbattista Filomarino, proprietario del feudo di Palo a partire dal 1774.

Il Palazzo sorge sull'area del Castello di epoca federiciana e ne ingloba la parte che era ancora recuperabile; passato in eredità al figlio di Gianbattista, Giacomo, il Palazzo rimase incompiuto nella parte sud occidentale per il sopraggiungere dei moti rivoluzionari che nel XIX secolo sancirono la fine della feudalità.

La prima descrizione del Palazzo, dettagliata ed analitica, si deve al Sovrintendente alle Opere di Antichità e d'Arte per la Puglia, Arch. Quagliati, che il 15 novembre 1927 registrò il suo studio sul Palazzo in una Nota giunta fino a noi quale fonte maggiore per un'analisi storica dell'edificio. Nella nota si dice che l'intervento di costruzione del Palazzo ad opera del principe stravolse radicalmente l'antico impianto del Castello Svevo, rendendo difficile, se non impossibile, una ricostruzione grafica dello stesso.

Fig. 3: Rilievo 3D renderizzato della piazza.

Con attenta puntualità Quagliati elenca gli elementi medievali della costruzione, inglobati nella nuova fabbrica e tutt'oggi leggibili, ed evidenzia gli interventi successivi alla costruzione con l'invito ai futuri proprietari a preservarne la composizione.

Nell'ultimo secolo il Palazzo non ha subito eccessive manomissioni, tanto che resta tuttora valida la descrizione del Quagliati riportata nella già citata nota: "*Il prospetto principale del Palazzo raggiunge notevole altezza, al centro, coi due ordini di paraste doriche sovrapposte, a tre piani di finestre, e queste si adornano di tabernacolo con frontone orizzontale nel primo ordine e circolare nel secondo, mentre sono semplicemente riquadrate nel terzo. Al centro in basso si apre il portale d'ingresso ad arco di tutto sesto, sormontato dallo stemma dei Filomarino. Tali membrature costituiscono la monumentalità architettonica settecentesca del grande edificio…Ai lati della facciata sono due corpi di fabbrica di sezione quadrata, sporgenti in guisa di torri, ad un solo piano, che continua anche sui fianchi. Posteriormente invece si trovano addossate al palazzo costruzione di tempi moderni*".

Sfortunatamente non si hanno notizie attendibili sull'esatta data di costruzione del Palazzo: elementi utili alla datazione possono essere recuperati dalla lastra di pietra posta sotto lo stemma e dalla scritta riportata sull'altare maggiore donato dal Principe Filomarino alla Chiesa matrice e consacrato il 10 febbraio del 1793.
Nessuna fonte registra il nome dell'architetto del Palazzo, che resta pertanto ignoto.

Procedure di ripresa e gestione dei dati acquisiti

Il rilievo è stato effettuato utilizzando, in momenti diversi, due tipi differenti di scanner laser: il 3D Trimble GS200 *(Fig. 1)* ed il Riegel LMS-Z420i *(Fig. 2)* messi a disposizione rispettivamente dalla Geotop e dalla Microgeo, mentre per l' appoggio topografico è stato utilizzato il teodolite Leica TCR 805[1].

Entrambi gli strumenti possiedono un'ampiezza orizzontale di scansione pari a 360°, condizione essenziale per poter ridurre notevolmente i tempi di esecuzione soprattutto nei casi, come quello da noi trattato, di edifici di

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

grandi dimensioni situati su strade dove è frequente il passaggio di automezzi e persone.

Il Trimble GS200 permette di effettuare una scansione con un angolo di veduta di 360° x 60°, con una velocità di 5000 punti al secondo, con un range massimo di 200 m fino ad arrivare, in modalità "overscan", sino a 350 m.; il Riegel LMS-Z420i offre la possibilità di eseguire una scansione con un angolo di veduta di 360° x 80°, e con un range massimo di 800 m con target con l' 80 % di reflettività.

Nel caso in cui sia necessario acquisire i dati in modo speditivo, è possibile effettuare la scansione con una velocità massima di 12000 punti al secondo; in caso contrario è possibile acquisire il manufatto con una precisione massima della modellazione della superficie a 5 mm, settando lo strumento in "scansequence", che consente di ridurre notevolmente il rumore della scansione ed eliminare tutti gli eventuali elementi di disturbo (mezzi in movimento-persone ecc...).

Interessante è la possibilità di ottenere la generazione in automatico di ortofoto. La qualità dell'immagine da "spalmare" sulla nuvola di punti, ottenuta dalle scansioni, dipende interamente dai sistemi di ripresa utilizzati, che sono collegati direttamente all'apparecchio e calibrati in modo che sia ben conosciuta la posizione e l'orientamento per ogni immagine.

Poiché tali parametri sono misurati con elevata precisione per ciascuna immagine ripresa dalla camera stessa, i dati geometrici 3D ricavati dalla scansione e i dati dell'immagine possono essere direttamente utilizzati senza necessità di eseguire calcoli di orientamento che comportano procedure manuali di riconoscimento e accoppiamento di punti nei due sistemi.

Il Riegel LMS-Z420i, a differenza dello scanner Trimble, ha la fotocamera posizionata all'esterno dell'apparecchio con la possibilità di variare il modello di fotocamera e ottenere un conseguente miglioramento della definizione dell'immagine finale.

Scansione laser con il trimble GS200

Il primo rilievo è stato effettuato utilizzando lo scanner Trimble GS200, con cui si è rilevata la piazza e il prospetto principale del palazzo effettuando tre gruppi di scansione in tutto: la prima è stata realizzata ponendosi al centro della piazza e impostando, non la distanza ma il massimo angolo di veduta, ovvero 360°. In questo modo tutta la piazza è stata rilevata con un'unica scansione impiegando un tempo di circa 9 minuti *(Fig. 3)*. Le successive due hanno riguardato direttamente la facciata del palazzo e i suoi particolari costruttivi.

La *figura 4* mostra l'ortofoto di tutto il prospetto eseguito

Fig. 4: Ortofoto del prospetto principale ottenuta con lo scanner laser 3D Trimble GS 200

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

sempre dallo stesso punto di stazionamento, ma impostando la distanza dall'oggetto a 40 m; in questo modo lo strumento, battendo un punto ogni 2 cm, ha restituito la nuvola di punti e l'immagine corrispondente ad una risoluzione maggiore. Per questo motivo e per le dimensioni dell'oggetto è stato richiesto un tempo di scansione decisamente maggiore, ovvero 35-40 minuti.
La terza scansione ha riguardato un particolare della facciata, dove erano evidenti problemi statici, che è stata effettuata in circa 10 minuti rilevando la superficie con una precisione di 2 mm *(Figg. 5a,b,c)*.
Il prodotto di quest'ultima scansione, restituendo una nuvola di punti ad altissima densità, descrive con maggior dettaglio rispetto alle altre, la superficie dell'oggetto.

Scansione laser con il riegel LMS-z420i

Il rilievo effettuato con il Riegel LMS-Z420i ha interessato non solo il prospetto prospiciente la piazza, ma anche uno dei prospetti laterali dove vi era possibilità di posizionare lo strumento in modo da effettuare poche scansioni per coprire l'intera area.
La prima operazione è stata il posizionamento di 10 target *(Fig. 6)* utilizzabili sia per l'appoggio topografico *(Fig. 7)*, a supporto della scansione laser, sia per l'unione delle scansioni fatte sulle facciate.

Per la facciata principale è stata eseguita un'unica scansione con una distanza dall'oggetto di 35 m battendo un punto ogni centimetro. Il tempo occorso per l'esecuzione della scansione della facciata principale è stato di 36 min. La fotocamera utilizzata in questa applicazione è stata la

Figg.5a, 5b, 5c: Particolare della facciata.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Nikon D 70 (6.1 megapixel) con una focale 20 mm.
Per la facciata laterale si è posizionata la macchina ad una distanza media di 15 m. La scansione ha richiesto un tempo inferiore in quanto sono stati battuti punti ogni 2 cm.

Nella fase successiva è stata effettuata l'elaborazioni dei dati rilevati, passando dalla nube di punti al dato bidimensionale esportato nei formati più utilizzati: bmp o jpg.

I software utilizzati sono stati: il RealWorks Survey per l'elaborazione dei dati provenienti dalle scansioni effettuate con il Trimble GS200 e il Riscan Pro per i dati forniti dal Riegel LMS-Z420i.
La riduzione o sfoltimento del numero dei punti, è stato il primo passo fondamentale per rendere il file gestibile dai comuni PC.
Tale operazione è necessaria in quei casi in cui è indispensabile unire più scansioni utilizzando sia le misurazioni topografiche che riconoscendo 3 punti omologhi riconducibili a 2 nubi.
Il due software permettono anche di tagliare la nuvola di punti secondo gli assi cartesiani o piani, ottenendo sezioni orizzontali o verticali della nuvola, o delle mesh poligonali create in maniera completamente automatica dal programma stesso.

Dal rilievo effettuato con il Trimble GS200, a titolo dimostrativo, sono state create sezioni solo sul particolare rilevato con risoluzione migliore.

Dalla elaborazione effettuata con il Riegel si sono ottenute il modello tridimensionale dall'unione delle due nuvole di punti di due dei quattro prospetti esterni del palazzo *(Fig. 8)* .e l'ortofoto del prospetto principale *(Fig. 9)*.

Analisi delle ortofoto e conclusioni

Le ortofoto ottenute nel complesso non hanno soddisfatto le aspettative, infatti, la loro qualità è stata condizionata da diversi fattori.
L'ortofoto ottenuta con il Trimble GS 200 è stata penalizzata dalla risoluzione della telecamera digitale che raggiunge il valore massimo di 0,4 megapixel.
L'ortofoto ottenuta con il Riegel LMS-Z420i, è risultata di qualità migliore, per l'utilizzo di una camera digitale D70 con una risoluzione pari a 6,1 megapixel, ma con numerosi punti caratterizzati da deformazioni degli elementi architettonici ripresi in prospettiva.
Nel complesso le ortofoto non permettono di apprezzare l'edificio nei minimi dettagli, condizione necessaria per poter elaborare interventi di restauro virtuale attraverso la modifica delle immagini.
Come termine di confronto si è utilizzata un'ortofoto ottenuta con tecniche di fotogrammetria non convenzionale *(Fig. 10)*.
Le riprese sono state effettuate con una Nikon D100, con risoluzione pari a 6,1 megapixel, ottenendo risultati nettamente migliori e rispondenti alle aspettative del presente studio.
In conclusione si può affermare che le limitazioni prima

Fig. 6: Target fotogrammetrico.

Fig. 7: Un momento dell'appoggio topografico.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

descritte sono superabili, utilizzando camere digitali a più alta risoluzione, aumentando il numero delle scansioni di rilievo, posizionando l'asse di ripresa in posizione ortogonale ed infine una migliore elaborazioni delle mesh mediante l'eliminazione dei punti di disturbo rappresentati da oggetti situati tra lo scanner ed il manufatto rilevato.

Fig. 8: Rilievo 3D renderizzato del prospetto principale del Palazzo.

NOTE.

[1] Si ringrazia il Geom. Gianni Abate della Leica Geosystem per aver messo a disposizione le attrezzature per l'esecuzione del rilievo topografico di Palazzo Filomarino.

Fig. 9: Ortofoto del prospetto principale ottenuta con lo scanner laser Riegel LMS-Z420i.

Fig. 10: Ortofoto del prospetto principale ottenuta da riprese con camera digitale Nikon D 100.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2.1.9 Ortoimmagine digitale e scansione laser: un'acquisizione combinata dei dati per una rapida ed esaustiva descrizione di un manufatto.

G. Capanni[1], J. Nussbaum[2], S. Orlandini[1]

Introduzione

La scansione laser ha già mostrato, nel recente passato, i suoi eccezionali vantaggi nell'acquisizione delle informazioni geometriche 3D della superficie di un oggetto. Essa utilizza un fascio laser di ridotte dimensioni per scandire una superficie, sotto un predefinito angolo solido e con un determinato pattern di scansione. Durante questa scansione viene misurata la distanza rispetto all'oggetto misurando, con alta precisione. il "tempo di volo" del segnale laser. Sono oggi disponibili molti sistemi commerciali con un'ampia gamma di specifiche. Esse differiscono nella portata, nel campo di vista, nella precisione di misura, nella velocità di acquisizione dei dati, robustezza, compattezza e trasportabilità. I dati primari prodotti da uno scanner costituiscono una cosiddetta "nuvola di punti" che rappresenta una riproduzione "campionata" della superficie dell'oggetto. La nuvola di punti è composta normalmente di un gran numero di punti o vertici e, nella maggior parte dei sistemi, ogni vertice corrisponde ad una singola misura di distanza eseguita col laser.
Le applicazioni in cui i laser scanner sono già ampiamente utilizzati comprendono la documentazione e la ricostruzione in archeologia, architettura e conservazione dei beni culturali, modellazione di centri urbani basata sui dati di scansione e dati immagine, misura di volume nelle attività minerarie, misure dimensionali di grandi strutture nell'attività costruttiva, acquisizione dati da aereo (scansione laser da aereo) per la generazione di DEM e DTM. Le elaborazioni successive alla scansione differiscono molto per le varie applicazioni e spesso includono operazioni di filtraggio, modellazione con primitive geometriche, "meshing" o triangolazione della nuvola di punti per ottenere la descrizione della superficie e texturing.
In molte applicazioni l'utilizzatore non è interessato solo alle informazioni geometriche ma anche ad informazioni addizionali sulla superficie dell'oggetto. Per questo la nuvola di punti è spesso completata con descrittori aggiuntivi dei vertici che contengono varie informazioni, ad esempio la riflettività o il colore della superficie. Quasi tutti gli scanner laser forniscono, accanto ai dati geometrici, informazioni sulla potenza del segnale eco, comunemente indicate come dati di intensità, che possono essere calibrate per dedurre una misura della riflettività della superficie dell'oggetto alla lunghezza d'onda del laser. Alcuni scanner laser forniscono con ogni misura laser anche l'informazione relativa al colore convertendo la luce ambiente nella direzione del fascio laser nella tripletta RGB (rosso-verde-blu). I dati geometrici e le informazioni aggiuntive dei vertici sono acquisiti in sincronia e sequenzialmente e la risoluzione spaziale di tali dati addizionali non può quindi essere più elevata. Per avere dei dati di "texturing" con risoluzione più alta rispetto a quella dei dati laser, possono essere utilizzate delle camere fotografiche digitali ad alta risoluzione. Texturing di modelli 3D realizzati con laser scanner, effettuati utilizzando immagini riprese con camere digitali sono procedure allo stato attuale ampiamente provate. Tuttavia, usando immagini riprese da una camera la cui posizione e orientamento non sono noti, occorre procedere a calcoli preliminari di orientamento dell'immagine stessa che si eseguono, ad esempio, definendo punti di legame nei dati prodotti dalla scansione e nell'immagine. Integrando una camera ad alta risoluzione calibrata, in un sistema di scansione laser si realizza un sistema ibrido efficiente, conveniente e molto potente per generare automaticamente modelli 3D ad alta risoluzione con un accurato texturing.

Sistemi di scansione laser integrati con camera digitale.

I sensori ibridi descritti nel seguito sono composti ambedue da uno scanner laser RIEGL di alte prestazioni, lunga portata ed esteso campo di vista e da due camere digitale Canon ad alta risoluzione calibrate e montate in una posizione fissa e ben definita sulla testa di scansione.
Poiché la posizione e l'orientamento della camera sono misurati con elevata precisione per ciascuna immagine ripresa dalla camera stessa, i dati geometrici 3D ricavati dalla scansione e i dati dell'immagine possono essere

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

direttamente utilizzati senza necessità di eseguire calcoli di orientamento che comportano procedure manuali di riconoscimento e accoppiamento di punti nei due sistemi.
Le figure 1 e 2 mostrano due diversi sensori ibridi basati su due diverse serie di strumenti RIEGL. La tabella riassume le specifiche più importanti dei due sistemi. Una delle maggiori differenze fra i due sistemi è che la camera montata sullo strumento serie LPM viene ruotata intorno a due assi e il campo di vista della camera può essere scelto significativamente inferiore rispetto all'angolo di scansione del laser scanner. Per coprire l'intero campo di scansione verticale del sensore LMS-Z420i (che è di 80°), e acquisire quindi un'immagine che copre l'intero campo di scansione verticale, la lunghezza focale della camera deve essere di 20mm o inferiore per un CCD o CMOS con dimensioni standard 24x36mm
Il sensore è completato da un sistema di acquisizione dati basato su un computer laptop standard. E' conveniente in molti casi, connettere sia lo scanner che la camera ad un piccolo server portatile e quindi ad un LAN hub via radio in modo tale che il PC di acquisizione dati può essere gestito da postazione remota. L'acquisizione dati, la configurazione del sensore, le elaborazioni e la memorizzazione dei dati è eseguita dai software RiSCAN Pro o RiPROFILE. Il sistema è alimentato a batteria, trasportabile con facilità e può operare in un'ampia gamma di condizioni ambientali.

Fig. 1 - Scanner RIEGL LMS-Z420i equipaggiato con la camera diogitale Canon EOS 1Ds

Fig. 2 - Scanner RIEGL LPM-25HA equipaggiato con la camera diogitale Canon EOS 300D

Procedura di acquisizione dati e loro elaborazione

Di solito una campagna di acquisizione dati viene eseguita riprendendo diverse scansioni e immagini da diverse posizioni. La determinazione delle posizioni di scansione deve essere effettuata con attenzione per essere sicuri di ottenere una completa copertura dell'oggetto da misurare. La visualizzazione dei dati di scansione in tempo reale aiuta molto in questa scelta. L'acquisizione dati dallo scanner è guidata dai software RiSCAN PRO o RiPROFILE. Essi forniscono funzioni specifiche per aiutare l'utilizzatore nella impostazione dei parametri dello scanner (campo di vista e risoluzione di scansione), nella registrazione dei dati acquisiti, nella gestione della camera digitale per l'acquisizione delle immagini, nella determinazione e scansione di precisione dei segnali di riferimento, nella esecuzione dei calcoli di trasformazione e di post-elaborazione.

- Riporto dei dati di scansione in un unico sistema di riferimento

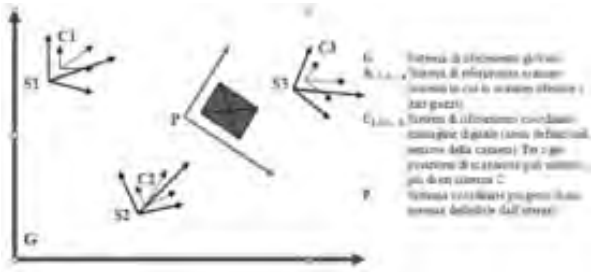
  Per poter essere utilizzati i dati di scansione devono essere riportati in un sistema di riferimento comune. Allo scopo si possono usare varie metodologie; l'ap-

Sensore	*RIEGL* LMS-Z420i con Canon EOS 1Ds	*RIEGL* LPM-25HA con Canon EOS 300D
Portata	Fino a 800 m con target con 80 %	Fino a 60 m
Precis. sulla distanza	10 mm (singola scansione)	8 mm (singola scansione)
Diverg. fascio laser	0.25 mrad	1 mrad
Nr punti misurati	8000 punti / sec	1000 punti / sec
Ampiezza scansione	Da 0 a 80 gradi verticalmente Da 0 a 360 gradi orizzontalmente	Fino a ±150 gradi verticalmente Da 0 a 360 gradi orizzontalmente
Risoluzione	0.004 gradi	0.018 gradi
Sensore camera	4064 x 2704 CMOS (36mm x 24mm)	3088 x 2056 CMOS (22.5mm x 15mm)
Obiettivi camera	Focale 20 mm, 28 mm, 50 mm, 85 mm	Focale 28 mm, 50 mm, 85 mm
Campo di vista	84 gradi x 62 gradi con obiettivo 20 mm	44 gradi x 30 gradi con obiettivo 28 mm

Tabella riassuntiva delle specifiche più importanti dei due sistemi.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

proccio più utilizzato è il seguente:
a) posizionamento di segnali (speciali target) nell'area di scansione in punti di coordinate note con precisione (punti di controllo)
b) riconoscimento automatico dei segnali nei dati di scansione (ad esempio nei dati relativi all'intensità nel caso in cui i segnali siano retroriflettenti)
c) determinazione della posizione del segnale nel sistema di riferimento dello scanner
d) infine calcolo della trasformazione rigida che trasforma le coordinate espresse nel sistema scanner in coordinate espresse nel sistema di riferimento comune.
Altri metodi si basano sulla minimizzazione degli scarti fra i dati di scansione nelle regioni di sovrapposizione oppure sulla determinazione della posizione e dell'orientamento dello scanner laser prima di eseguire l'acquisizione dei dati utilizzando procedure che impiegano stazioni totali o DGPS. Tutte queste procedure hanno lo scopo di determinare i sei gradi di libertà che descrivono la trasformazione.
Le trasformazioni delle coordinate cartesiane fra i diversi sistemi di coordinate sono descritte da matrici 4x4. Tali matrici sono utilizzate dai programmi RiSCAN PRO (RiPROFILE) per "muoversi" attraverso i sistemi di riferimento.
I sistemi di riferimento da gestire sono mostrati nello schema seguente:



- Calibrazione della camera digitale
  La camera digitale deve essere calibrata per tener conto della distorsione dell'obiettivo e della posizione del punto principale. La suddetta calibrazione viene eseguita utilizzando una adeguata modellizzazione nella trasformazione che trasforma i punti dal sistema di coordinate della camera alle coordinate immagine. Il modello scelto dipendente da 10 parametri, in cui compaiono le lunghezza focali fx e fy espresse in pixel e il punto principale Cx e Cy anch'esso espresso in pixel. I restanti 6 parametri tengono conto della distorsione dell'obiettivo. I parametri del modello devono essere determinati mediante una procedura di calibrazione; essa può essere eseguita fotografando un oggetto in cui compaiono un set di punti di coordinate note predisposti allo scopo. Poiché lo scanner laser misura con precisione le coordinate 3D dei segnali predisposti, può essere allestito un campo di test temporaneo che, rilevato con lo scanner stesso, fornisce i dati per calibrare la camera.

Utilizzo dei dati immagine

Le immagini acquisite dal sensore ibrido possono essere utilizzate in vari modi che saranno elencati brevemente nel seguito. Queste possibilità di utilizzo si realizzano automaticamente senza alcuna interazione grazie al fatto che la camera è già calibrata e la sua posizione e orientamento è ben conosciuta per ogni immagine. Si possono elencare le seguenti utilizzazioni: colorazione della nuvola di punti, texturing dei dati triangolati, produzione di ortoimmagini, esecuzione di misure sulla singola immagine.

- Colorazione della nuvola di punti
  Questa procedura consiste nel determinare il valore di un descrittore addizionale del vertice, in questo caso si tratta del colore da attribuire ad ogni punto della nuvola. Poiché non esiste praticamente parallasse fra la nuvola e l'immagine (l'origine della scansione e il punto di presa sono pressoché coincidenti), la determinazione del colore del punto è una trasformazione semplice che non richiede controlli sulla visibilità del punto stesso. Occorre notare tuttavia che in questo caso non si utilizza completamente l'informazione dell'immagine in quanto la risoluzione è determinata dai dati della scansione laser che spesso è minore di quella dell'immagine.
- Texturing della superficie triangolata
  Per utilizzare totalmente l'informazione contenuta nelle immagini, può essere applicata una trasformazione che

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

adatta l'immagine stessa sulla superficie triangolata estratta dai dati di scansione. La procedura passa attraverso i seguenti passi:

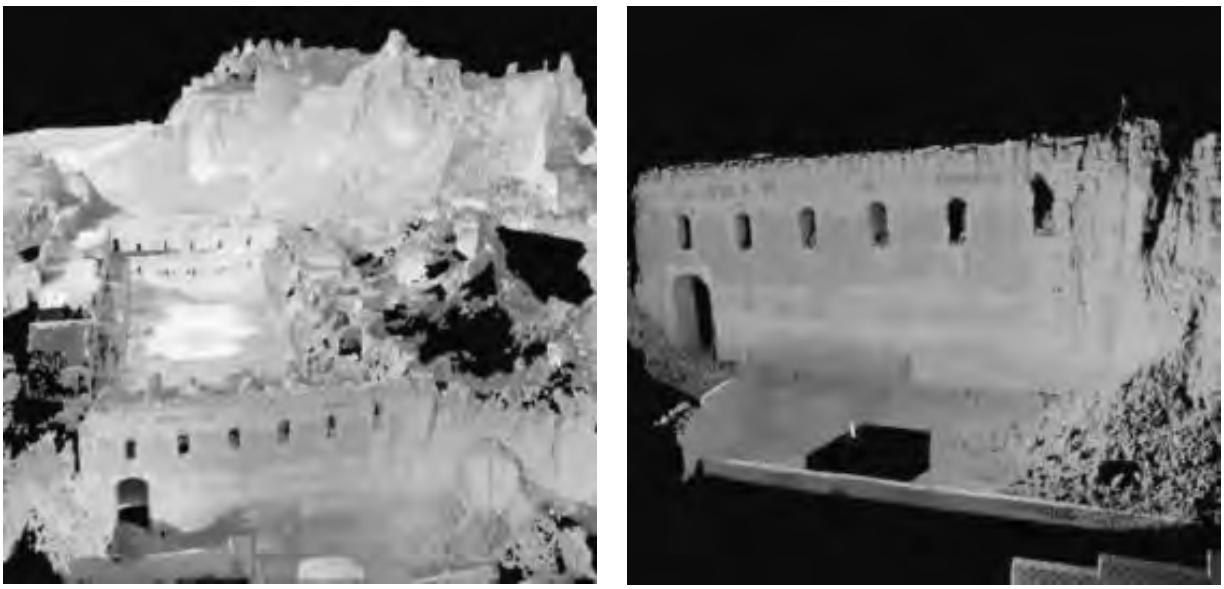
1) triangolarizzazione della nuvola di punti
2) rimozione dei triangoli in ombra
3) eventuale smoothing del mesh (questa procedura serve anche ad eliminare gli effetti del "rumore" presente nella misura delle distanze rilevate con la scansione)
4) sfoltimento dei triangoli pur mantenendo la precisione predefinita
5) trasformazione dell'immagine originale per eliminare la distorsione dell'obiettivo (si usa la modellazione definita in fase di calibrazione della camera) per creare un'immagine che costituisce una prospettiva ideale
6) esecuzione del texturing calcolando e memorizzando le coordinate immagine di ogni vertice della mesh

Per avere un modello completo dell'oggetto (con texture in ogni sua parte) è spesso opportuno unire differenti scansioni effettuate da punti diversi. Una buona superficie textured può essere la base per eseguire misure 3D con risoluzione e precisione superiore alla risoluzione dei dati prodotti dalla scansione.

- PRODUZIONE DI ORTOIMMAGINI

Normalmente l'ortoimmagine viene generata applicando un'immagine prospettica su un modello geometrico, nel caso più semplice su un piano che può rappresentare ad esempio una facciata di un fabbricato. Quando il modello geometrico non è adeguatamente accurato (pochi punti) si possono osservare evidenti distorsioni o "strappi" sull'ortofoto. La combinazione della scansione laser e dell'immagine mediante un sensore ibrido consente la generazione automatica di ortoimmagini di alta qualità in quanto si ha la possibilità di modellare con alta precisione la geometria dell'oggetto sfruttando i dati della scansione e applicare le immagini come una texture sulla superficie del modello. L'immagine risultante viene indicata anche come "true ortofoto". Elenchiamo i passi necessari alla realizzazione di questo prodotto:

1) definizione del piano di proiezione, estensione dell'ortoimmagine e la sua risoluzione
2) individuazione delle posizioni di scansione che dovrebbero contribuire all'ortoimmagine
3) i dati di scansione di ogni posizione specificata vengono elaborati come descritto al punto precedente: si formano cioè superfici triangolate con texture
4) successivamente le suddette superfici sono trasformate eseguendo una trasformazione di "rendering" usando un punto di vista ortogonale al piano di proiezione.



Es. di "nuvola di punti" colorata. A sinistra vista totale; a destra vista di dettaglio. Dati acquisiti con sistema RIEGL LMS-Z420i. (Bam/Iraq 02/2004).

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

RiSCAN PRO genera, oltre ai dati immagine, un file chiamato ZOP che contiene le informazioni di profondità per ogni pixel dell'immagine parametri addizionali per allocare ogni pixel nel sistema di riferimento progetto. Questi insiemi di dati, immagine e informazioni di profondità possono essere importati in CAD esterni con l'aiuto opportuni plug-in (come ad es. ScanDig), così che l'utente può facilmente digitalizzare degli elementi sull'ortofoto in 3D.

NOTE.

[1] Microgeo srl (info@microgeo.it)
[2] RIEGL Laser Measurement Systems GmbH.

RIFERIMENTI.

1. RIEGL Laser Measurement Systems GmbH, technical data at www.riegl.com , 2004.
2. A. Ullrich, et al., *Time-of-flight-based 3D imaging sensor with true-color channel for automated texturing*, Optical 3-D Measurement Techniques V, Conference Proceedings p. 2-9, Vienna, October 1-4, 2001.
3. A. Ullrich, R. Schwarz, H. Kager, *Using hybrid multi-station adjustment for an integrated camera laser-scanner system*. In Optical 3-D Measurement Techniques VI, Volume 1, September 2003
4. ScanDig3D, orthophoto-plugin for CAD software, Homepage www.scandig3d.com, 2004.

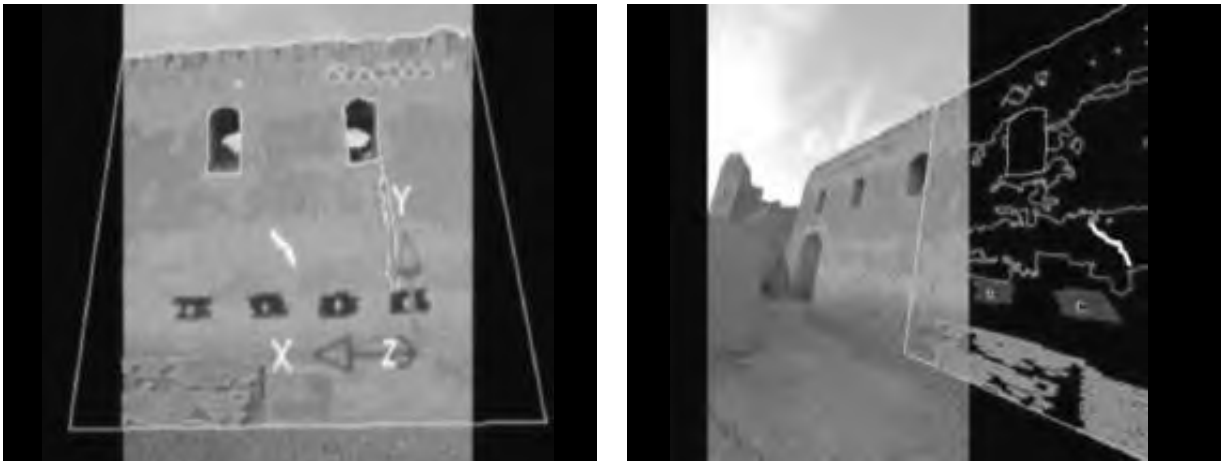
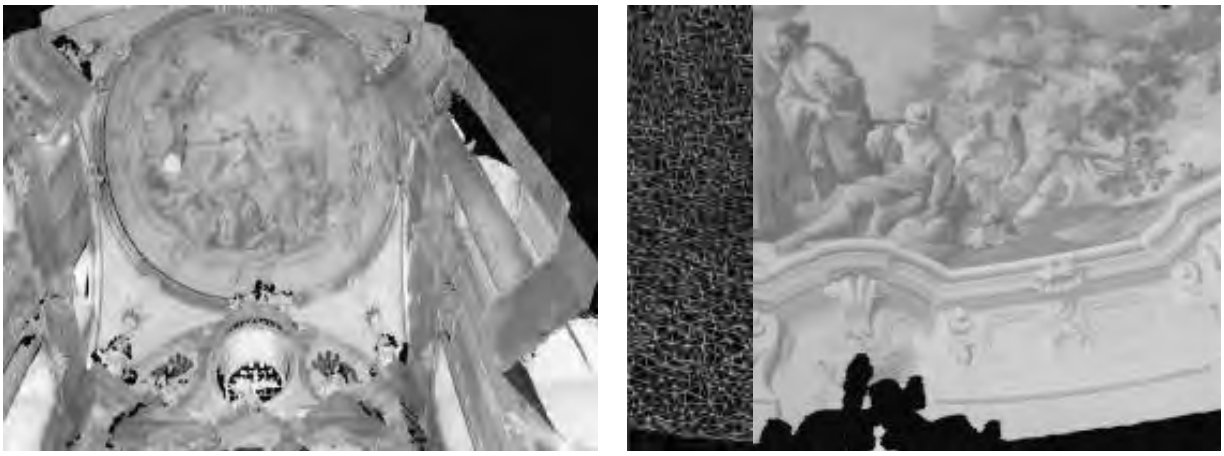


Immagine digitale orientata con elementi geometrici ricostruiti dai dati di scansione.



Esempio di dati presentati come superficie triangolata con immagine sovrapposta. A sinistra la scansione di un singolo emisfero da una posizione virtuale posta sul pavimento. A destra dettagli della volta come superfice mesh, (parte a sinistra) e come superficie textured.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2.1.10 Valutazione di confronto tra la tecnica Fotogrammetrica ed il Laser Scan per i beni Architettonici.

A. Ullrich[1], N. Studnicka[1], J. Riegl[1], C. Balletti[2], F. Guerra[2], P. Vernier[2], S. Orlandini[3]

Introduzione

Il rilievo con laser-scanner è un'alternativa al rilievo topografico-fotogrammetrico?
Se ciò non fosse, quanto e dove questa nuova metodologia sostituisce o affianca la "vecchia" metodologia?
Per rispondere si è cercato di capire se la strumentazione hardware e software oggi disponibile per il laser-scanning permetta di ottenere un risultato soddisfacente secondo i canoni attuali della rappresentazione architettonica, che necessita l'uso non solo di disegni al tratto in proiezione ortogonali, ma anche elaborati raster e modelli tridimensionali.

E' stato dunque scelto di eseguire il rilievo di uno stesso oggetto utilizzando le due diverse metodologie e di confrontarle in ogni singola fase. L'area del test è una porzione del paramento esterno dell'Arena di Verona, costituita da tre arcovoli della zona sud: il XXXI, il XXXII ed il XXXIII che rappresentano un lotto funzionale al rilievo topografico-fotogrammetrico. Risulta infatti un'area di test significativa per dimensioni in modo da non semplificare le problematiche pur mantenendo un completo controllo delle operazioni.
Lo scopo è infatti quello di valutare le tecniche dal punto di vista operativo e si pone quindi la necessità di mantenere una stretta aderenza con la pratica operativa e professionale del rilievo.

Il punto essenziale è che se il rilievo fotogrammetrico di un monumento come l'Arena, è una tecnica assolutamente controllata, per cui si conoscono i tempi, i costi e i risultati ottenibili, il laser-scanning, invece, ha avuto applicazioni solo sperimentali e non esiste una casistica così estesa da poter progettare con efficacia un rilievo che abbia come supporto strumentale di base lo scanner 3D.

Per poter confrontare in modo rigoroso solo le tecniche

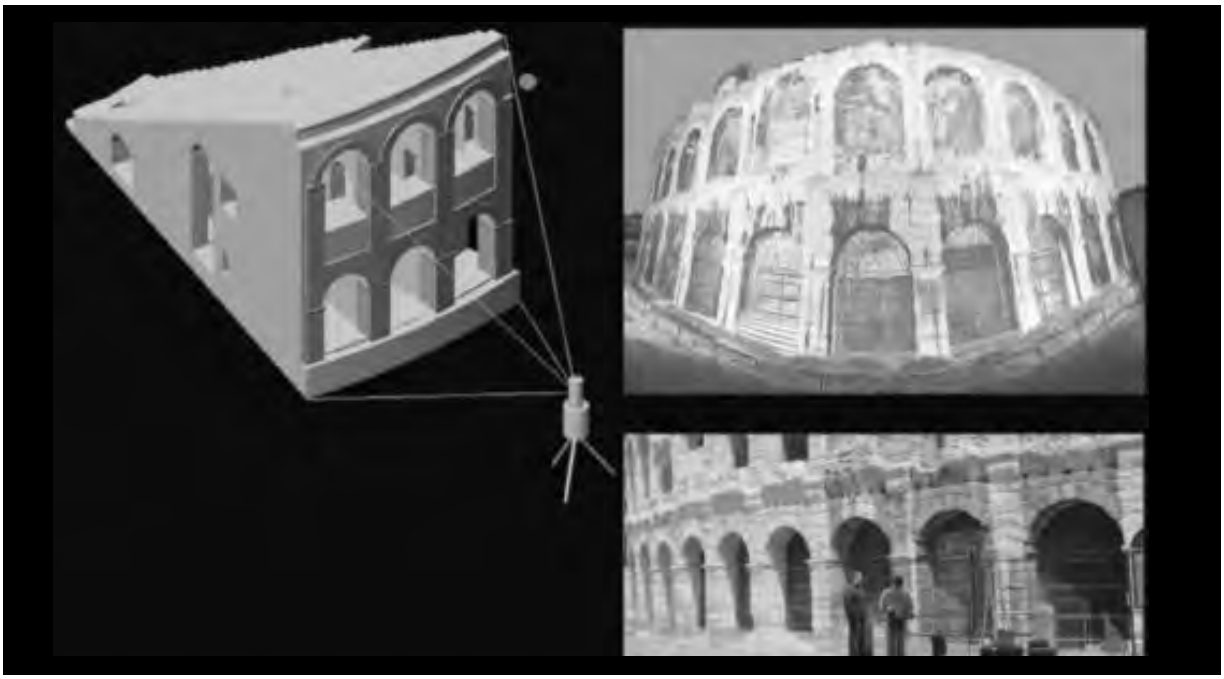


Fig. 1: Inquadramento area e oggetto della scansione.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

di acquisizione e restituzione si è deciso di mantenere comune l'inquadramento topografico, costituito dalle reti topografiche di inquadramento e di dettaglio.
Delle due metodologie si sono perciò analizzate le modalità operative in campagna e le operazioni di gestione e di trattamento dei dati in laboratorio, mettendo in evidenza le operazioni comuni alle due tecniche, quelle logicamente assimilabili e quelle completamente diverse.
Si sono poi messi a confronto gli elaborati vector e raster ottenuti, per valutare le differenze di risultato e cercare di individuare le cause delle differenze.
Infine si sono valutate le risorse (tempi e costi) necessarie per lo svolgimento del rilievo usando le due diverse tecniche, per evidenziare eventuali economie rese possibili dall'uso della metodologia basata su laser scanner.

Laser scanning

La caratteristica essenziale della tecnologia "laser-scanning" è quella di permettere l'acquisizione autonoma di milioni di punti 3D in brevissimo tempo.
Tutti gli strumenti laser-scanner in fase di acquisizione non hanno bisogno di un operatore se non per le operazioni di accensione, inquadramento dell'area e scansione della stessa *(Fig. 1)*; manca completamente quel controllo, da parte dell'operatore, dei punti acquisiti che caratterizza invece il rilievo topografico-fotogrammetrico.
Il risultato di una scansione è un insieme numerosissimo di punti (chiamato "nuvola di punti") distribuiti sull'oggetto da rilevare, secondo un passo angolare regolare assegnato ma di fatto assolutamente indifferente rispetto alla geometria dell'oggetto stesso.
L'applicazione nel campo dei Beni Culturali di questa nuova tipologia di dati può essere affrontata secondo un approccio *riduttivo*, ossia cercando di ottenere forse più rapidamente e più economicamente i prodotti tradizionali, o in modo *propositivo*, cercando di generare nuovi strumenti di descrizione e rappresentazione delle forme complesse.
In questa sfida sono coinvolti non solo i rilevatori ma anche coloro che basano la propria attività sui risultati del rilievo metrico, come restauratori, strutturisti, storici.

Il Laser-scanner LMS-Z360i

Il laser-scanner LMS-Z360i con camera digitale Nikon D100 è lo strumento utilizzato per il test condotto per questo lavoro. Si tratta di un sensore terrestre portatile, adatto all'acquisizione veloce di immagini tridimensionali di buona qualità anche in presenza di difficili condizioni ambientali. Lo strumento prodotto dall'azienda austriaca RIEGL-*Laser measurement System*, è un'ottima combinazione di mezzi ottico-elettronici atti a ricreare dei modelli di superficie tridimensionali in breve tempo e anche a distanze elevate di scansione.
Il Laser Scanner consta di due parti una fissa e l'altra mobile che permette allo strumento di ruotare intorno al proprio asse verticale di 360°. L'apertura angolare verticale del fascio laser è di 80° grazie ad uno specchio rotante.
All'interno della componente fissa è collocato il distanziometro laser.

Integrazione tra fotogrammetria e laser-scanning.

Una delle caratteristiche più recenti introdotte nella strumentazione per il laser scanning è la possibilità di acquisire non solo le tre osservazioni che permettono di calcolare le coordinate X,Y,Z di ogni punto ma di acquisire anche i valori RGB corrispondenti al singolo punto. Per poter ottenere dei valori RGB accurati e con risoluzione spaziale che superi quella della scansione alcune case produttrici hanno assemblato in modo solidale al laser-scanner una fotocamera digitale pre-calibrata *(Figg. 3 e 4)*. Questa fotocamera si configura esattamente come un fototeodolite *(Fig. 5)* in quanto è possibile registrare direttamente la posizione e l'orientamento di ogni singolo scatto nel sistema di riferimento laser-scanner. Sono infatti noti da calibrazione i 6 parametri (3 rotazioni e 3 traslazioni) che permettono il passaggio dal sistema scanner al sistema camera.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig 3: Ripresa con laser-scanner integrato con una fotocamera digitale pre-calibrata.

Fig 4: Laser-scanner integrato con una fotocamera digitale pre-calibrata.

Fig. 5: Fototeodolite

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

MODALITÀ OPERATIVE PER IL RILIEVO DEI TRE ARCOVOLI.

Si descrivono schematicamente nella tabella le principali differenze operative delle due modalità utilizzate per il rilievo.

	TOPOGRAFIA _ FOTOGRAMMETRIA	**LASER - SCANNING**
La segnalizzazione	**Per il rilievo dell'area del test sono necessari 6 modelli stereoscopici e la segnalizzazione deve essere eseguita così da ricoprire tutto l'oggetto. Serve piattaforma aerea.**	**Per orientare le scansioni è sufficiente segnalizzare pochi punti nella parte inferiore ed è sufficiente una sola scansione per coprire l'area del test. Si opera dal livello stradale.**
Le mire	Le mire utilizzate per la topografia e fotogrammetria sono dei target collimabili e riconoscibili nelle immagini.	Le mire per il laser scanner sono le stesse della topografia e fotogrammetria ma vengono fornite di una parte catarifrangente per permettere l'estrazione automatica delle coordinate dei target dalla nuvola di punti.
La messa in stazione dello strumento	Caratteristica principale è la verticalità dell'asse primario resa possibile dalla livella torica presente nello strumento.	Per la messa in stazione dello strumento si utilizza unicamente la livella sferica della basetta.
Appoggio topografico	La rete di inquadramento è comune. I punti di appoggio sono 32, posizionati su tutta l'area di rilievo. I punti sono distribuiti in modo uniforme su tutta l'area di sovrapposizione stereoscopica di ogni modello. Nel caso di modelli concatenati i punti si mettono nella zona di sovrapposizione dei modelli. Ugualmente nel caso di triangolazione a modelli indipendenti è necessario mettere i punti di passaggio sempre nella zona di sovrapposizione di modelli.	La rete di inquadramento è comune. I target catarifrangenti sono 8 di coordinate note e 4 di coordinate incognite posizionati al solo livello del piano di campagna. I target vengono posizionati non solo sull'oggetto ma anche nell'area circostante, e visibili nelle varie scansioni, grazie alla velocità di acquisizione e alla possibilità di rilevare con un ampissimo campo angolare (360° in orizzontale). Questo ci permette di non segnalizzare zone inaccessibili. Invece che irrigidire il sistema dei modelli-scansioni con punti messi su un piano verticale lo si irrigidisce con punti su un piano orizzontale.
Prese stereoscopiche	Per ricoprire l'area sono necessari 12 fotogrammi che formano 6 modelli: 3 alti da effettuare con piattaforma aerea e 3 bassi da effettuare dal livello stradale. Le prese sono di tipo definito "normale"	Scansioni da terra
Scansioni	Corrisponde alle prese stereoscopiche.	Viene effettuata in tre fasi: a) scansione panoramica per accertarsi della posizione e dell'esatta copertura dell'oggetto, b) la scansione vera e propria, c) le scansioni ad altissima definizione dei singoli markers.
Prese digitali con fotocamera Nikon D100 calibrata e montata sul Laser scanner		La camera è montata in modo solidale al laser scanner e ne segue i movimenti. E' noto l'orientamento interno ed è noto l' esterno nel sistema del Laser scanner. Le prese sono assunte a intervalli regolari in modo automatico registrando i parametri angolari del laser scanner. Di conseguenza sono noti i parametri dell'orientamento esterno dei fotogrammi.
Gestione dati acquisiti	Software di gestione file topografici : Starnet	Software di gestione file topografici e dati laser scanner : Starnet ; RiscanPro; Ricube
Orientamento Allineamento	Apex, software per la fotogrammetria digitale permette l'orientamento delle prese in singoli modelli o in strisciate.	RiscanPro, programma di acquisizione e gestione dati da laser-scanner, ci permette di allineare due o più nuvole di punti tra loro. Si può allineare una nuvola su di un'altra e orientare una nuvola o più sui punti di controllo (definiti nel sistema di riferimento generale dato dalla topografia).
Restituzione ed editing	Apex, Autocad2002.	RiscanPro, Scandig3D (restituzione da ortofoto) e Pointcloud (restituzione da nuvola di punti), Autocad2002.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Analisi costi e tempi

I tempi ed i costi della fotogrammetria sono conosciuti sia per quella analitica che digitale.
Quelli per il laser scanner sono in fase di studio.
Si conoscono i costi base, come quelli della strumentazione hardware e software, quelli del personale, quelli delle trasferte, quelli dell'assistenza (p.e. mezzi di elevazione) e si stanno studiando i tempi ed i costi della gestione e processamento dati.
I costi per la campagna di rilievo, che è legata ai tempi di acquisizione del Laser scanner, sono bassi poiché la segnalizzazione è limitata al livello del terreno e le scansioni e foto da terra permettono di operare senza la necessità di servirsi di piattaforme e i tempi di scansioni sono rapidi.

Tabella comparativa dei tempi:

FOTOGRAMMETRIA		LASER SCANNING	
Segnalizzazione	1 h	Segnalizzazione	30 min
Appoggio topografico	20 min	Appoggio topografico	10 min
Prese stereo per 6 modelli	1 h	Scansione laser (3 stazioni)	45 min
		Acquisizione immagini	15 min
Calcolo coordinate punti di appoggio e preparazione file	1 h	Calcolo coordinate punti di appoggio e preparazione file	1 h
		Selezione, filtraggio e decimazione	15 min
Orientamento di 6 modelli	3 h	Orientamento delle 3 nuvole nel sistema assoluto	10 min
Restituzione di 6 modello	30 h	Restituzione da orthofoto 3D	20 h
Estrazione di 6 profili (manuale)	1 h	Estrazione di 6 profili in modo semi automatico	10 min
Produzione di DEM automatico con passo 1 cm	2 h	Il DEM è la nuvola di punti	
Orthofoto da singolo modello	1 h	Orthofoto da singola scansione	1 h

Conclusioni e prospettive

Dall'analisi svolte si può affermare che nel settore laser scanner l'attuale offerta del mercato è in grado di soddisfare abbastanza pienamente le esigenze di rilievo metrico in ambito architettonico e urbanistico: ogni strumento è in grado di soddisfare, a seconda dei modelli, una più o meno ampia gamma di applicazioni.
Si può ritenere che i problemi maggiori sono legati alla non completezza operativa dei vari software che obbliga l'utente a far uso di più programmi.
Tuttora il trattamento dei dati acquisiti non è un'operazione banale: essa deve essere condotta con grande attenzione e ogni singola fase (dal pretrattamento alla modellazione e alla mappatura) deve essere eseguita con cura, analizzando e validando i risultati via via acquisiti, selezionando con altrettanta attenzione i software da impiegare.
Si deve considerare che la fase di trattamento dei dati

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

occupa una parte preponderante nell'economia del lavoro e che si devono scegliere non solo il modello di laser scanner ma anche i software in modo da ottenere dei risultati che rispondano alle richieste di precisione normalmente rivolte ad un lavoro di rilievo.

Il laser scanner Riegl e i software impiegati hanno dimostrato un grande passo in avanti nell'ottica di ottenere questi risultati: rigore nel trattamento dei dati, accuratezza nelle singole operazioni, ottenendo degli elaborati (restituzioni vettoriali e raster, superfici 3D) finalmente confrontabili con quelli ottenibili seguendo i metodi più consolidati del rilievo, la fotogrammetria e la topografia *(Figg. 6 e 7)*.

Un problema riscontrato è legato alla qualità delle immagini digitali: anche se effettuate con una Nikon D100 con sensore da 6.1 milioni di pixel effettivi, utilizzando la focale da 20 mm, la risoluzione dell'immagine è insufficiente (= pochi pixel) e si deve ricorrere a un ricampionamento verso l'alto nella generazione dell'ortofoto in scala 1:50 *(Fig. 7)*. La soluzione è naturalmente nella scelta dell'ottica da utilizzare.

La digitalizzazione dell'ortofoto 3D, effettuata con Scandig3D, si può ritenere alla scala nominale 1:50 e nel confronto con la restituzione fotogrammetrica si è riscontrato uno scostamento medio di 2.5 cm. Tale scostamento è imputabile, nella gran parte, alla difficoltà di riconoscere, sia in fotogrammetria che con il Laser scanner, gli elementi architettonici. Lo stato attuale di conservazione della materia dell'Arena ha reso l'oggetto privo di spigoli: da ciò ne deriva che l'identificazione dei contorni su superfici curve è influenzata dall'interpretazione del restitutista. In conclusione le differenze riscontrate sono state imputate a una diversa interpretazione da parte degli operatori.

Quindi l'integrazione del laser scanner, come strumento per il rilievo terrestre, alla fotocamera digitale calibrata permette di ottenere non solo restituzioni vettoriali e raster in modo più agevole ma anche la produzione di rappresentazioni più sofisticate come l'ortofoto 3d o l'immagine solida. Questi ultimi rappresentano dei nuovi prodotti che possono essere impiegati, direttamente dall'utente finale, come strumenti estremamente utili nel settore dei Beni Architettonici, in particolare nei progetti di conoscenza, documentazione, conservazione delle architetture.

Il sistema proposto inoltre ha dimostrato di ridurre notevolmente i tempi di acquisizione in campagna, oltre che aver semplificato alcune fasi della restituzione dei dati (digitalizzazione da un'unica immagine) minimizzando di conseguenza i costi della "parte specialistica" del rilievo (personale specializzato).

L'introduzione del laser scanner e lo sviluppo di questi nuovi prodotti assolutamente innovativi portano a pensare ad un nuovo ruolo per gli operatori nel settore del rilievo.

Si potrebbe considerare un servizio specializzato di scansione - elaborazione dei dati laser al fine di fornire solo immagini solide o ortofoto 3D e lasciare la restituzione non al tecnico restitutista bensì al tecnico specialista del restauro o strutture o storia ecc.

L'organizzazione di questo service deve essere studiata pensando ad una suddivisione in fasi eseguite da operatori con diverse conoscenze specifiche. Una prima ipotesi organizzativa potrebbe essere:

- fasi di campagna:
  (ad opera di tecnico specialista di rilievo topografico, fotogrammetrico, laser scanner)
  - rilievo topografico (rete di inquadramento e appoggio);
  - scansioni laser (da più stazioni);
  - acquisizione foto;
- fasi processamento:
  (ad opera di tecnico specialista di rilievo laser scanner)
  - filtratura dati laser;
  - decimazione dati (in funzione della scala nominale del rilievo);
  - Registrazione, allineamento, georeferenziazione scansioni;
- produzione elaborati:
  (ad opera di tecnico specialista di rilievo topografico, fotogrammetrico, laser scanner)
  - immagine solida;
  - ortofoto 3D;
- fasi restituzione:
  (ad opera di tecnico specialista di restauro, strutture, ecc.)
  - utilizzo software per estrazione di profili orizzontali e verticali;
  - interrogazione immagine solida e ortofoto 3D (coordinate, distanze) per restituzione di piante e prospetti.

NOTE.

1 RIEGL LMS Gmbh.
2 Laboratorio di fotogrammetria - CIRCE, IUAV Università degli Studi Venezia.
3 Microgeo S.r.l., Firenze

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

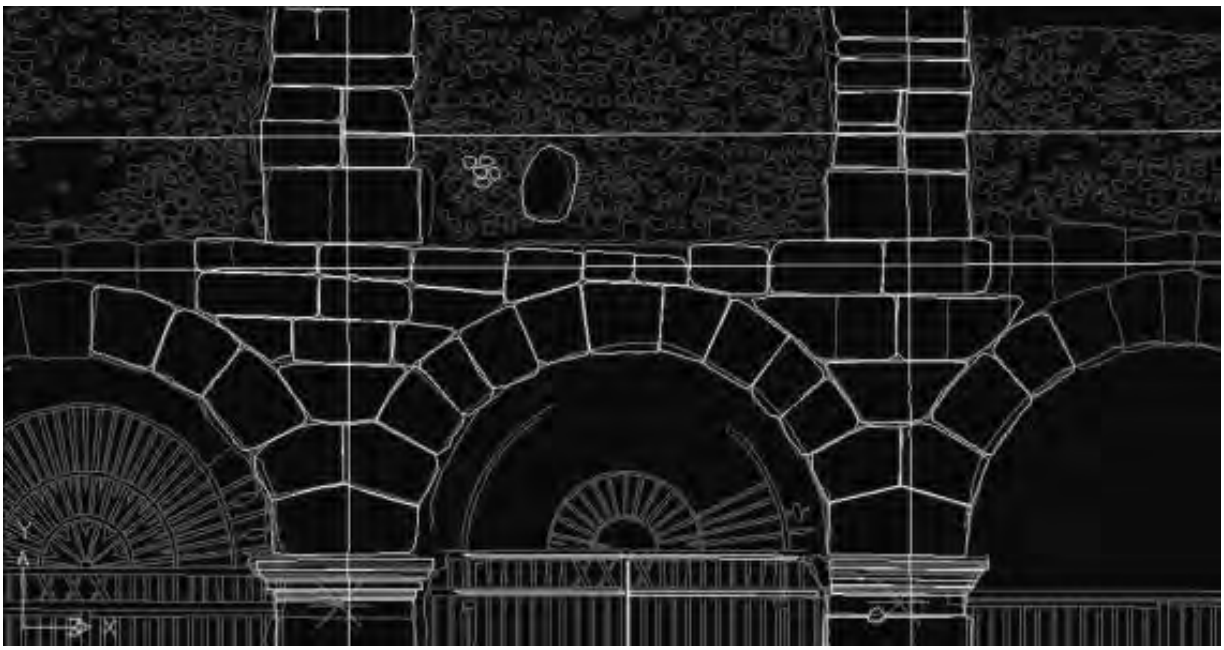


Fig 6: Rilievo digitale vettoriale.

Fig 7: Rilievo digitale tramite fotogrammetria.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

2.2 Proposta di Normativa per il rilievo e la rappresentazione digitale dei manufatti architettonici con tecniche di fotogrammetria non convenzionale[1].

N. Milella, M. Zonno

2.2.1 Il progetto del rilievo fotogrammetrico.

Scopo e campo di applicazione

La presente norma stabilisce regole convenzionali per il rilievo fotogrammetrico da adottare per l'esecuzione di un progetto di rilievo fotografico di edifici storici.

Analisi preliminare:

L'esecuzione del rilievo fotogrammetrico dovrà essere preceduta da sopralluoghi preliminari al fine raccogliere tutte le informazioni necessarie alla definizione del *progetto di ripresa fotografica* quali:

- misurazione delle sezioni stradali su cui prospetta l'edificio
- dimensioni generali dello stesso, al fine di definire le modalità ed i punti di ripresa fotografica ed il numero di "strisciate fotografiche" da eseguire.

È pertanto opportuno avvalersi di una planimetria generale di riferimento dove riportare accuratamente il posizionamento dei punti di ripresa indicando inoltre la posizione dell'asse ottico di ciascun fotogramma e possibilmente anche la distanza e l'altezza (se superiore a quella dell'operatore) tra il punto di ripresa e il soggetto fotografato e, per un riscontro effettivo, si può procedere alla numerazione dei fotogrammi, riportandola accuratamente sulla planimetria di riferimento

La rappresentazione grafica delle riprese deve tener conto delle caratteristiche dell'obiettivo utilizzato al fine di definire, sulla base della distanza di ripresa, la superficie rilevata da ogni singolo fotogramma.

Note metodologiche

Si dovrà procedere all'esecuzione di una documentazione fotografica completa e analitica rispetto al contesto in cui il bene è inserito così come dei suoi elementi identificativi, procedendo dal generale al particolare.

Una corretta impostazione delle attività di ricognizione fotografica dei beni architettonici presuppone una programmazione degli interventi finalizzata a documentare, con riprese interne ed esterne, le sue caratteristiche strutturali, compositive, decorative, il suo stato conservativo.

Nella definizione del progetto fotografico occorre dunque prevedere una metodologia sistematica di ricognizione che, a partire dalla documentazione del luogo in cui l'edificio si trova e del suo contesto urbano, proceda alla descrizione delle relazioni tra le varie parti dell'edificio e delle sue caratteristiche architettonico-decorative.

2.2.2 Attrezzatura e accessori per il rilievo fotogrammetrico

Le attrezzature di supporto da considerarsi fondamentali per un corredo fotografico di qualità adeguata devono comprendere:

- Cavalletto su ruote dotato di cremagliera di altezza minima pari a mt. 3,5, e asta di prolunga (Fig. 1).
- Livella di controllo per il corretto posizionamento della fotocamera sul cavalletto
- Comando remoto per l'esecuzione di scatti a distanza
- Paraluce per ogni ottica in dotazione
- Set di scale cromatiche
- Esposimetro da utilizzare nei casi in cui si presentino difficoltà di misurazione della luce rispetto ad un soggetto di particolari dimensioni o dove ci sia la necessità

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

di equilibrare la quantità di illuminazione direzionata sul soggetto.
- Aggiuntivo "spot" per esposimetro.

2.2.3 Tecniche e condizioni di ripresa.

Illuminazione

Per le riprese effettuate in esterno bisognerà avvalersi della luce diurna curando che risulti il più possibile uniforme su tutta la superficie esposta, per consentire una chiara lettura del partito murario, decorativo e dei dettagli esistenti.
Occorre dunque un attento studio delle condizione di illuminazione, rilevate in fase di sopralluogo, per realizzare immagini equilibrate che sintetizzino le caratteristiche dell'opera architettonica. Pertanto è fondamentale l'individuazione dell'orientamento dell'edificio, rispetto ai punti cardinali, al fine di definire la posizione del sole durante le riprese ed evitare la presenza di ombre proprie e portate dai prospetti adiacenti a quelli da rilevare.
Per le riprese effettuate all'interno, nel caso non sia sufficiente la luce solare che filtra da porte e finestre, si dovranno utilizzare illuminatori o lampeggiatori mirando comunque a riprodurre condizioni di luce il più possibile simili a quelle naturali.
Anche l'illuminazione artificiale dovrà consentire quindi di ottenere una luce direzionale e diffusa al tempo stesso, prestando particolare cura onde evitare ombre troppo profonde o doppie ombre che danneggino la lettura del manufatto.

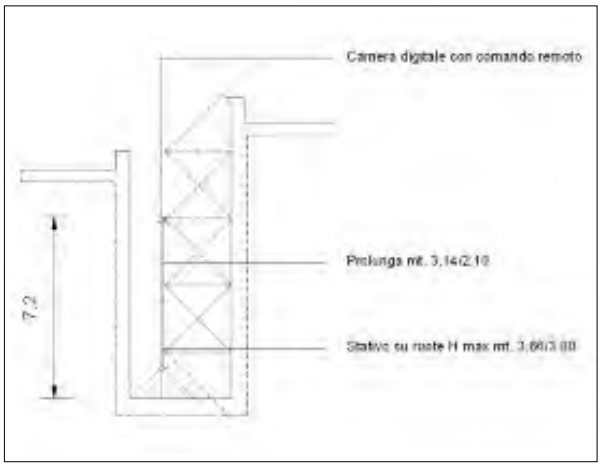


Fig 1: Cavalletto su ruote e asta di prolunga.

Riprese fotogrammetriche

Le riprese più utili per la restituzione grafica sono quelle di tipo ortogonale.
La fotocamera, posizionata sul treppiede, deve essere perfettamente in bolla e sempre equidistante dal contesto da fotografare e con l'asse dell'obiettivo perpendicolare al fronte.
Nel caso in cui le sezioni stradali non consentano riprese eseguite con punti di vista sufficientemente lontani, occorrerà montare la camera da ripresa utilizzando un cavalletto munito di prolunga e comando remoto per gli scatti.
L'inquadratura, nel caso in cui si esegua l'appoggio topografico, deve verificare la presenza dei punti di controllo nel campo di ripresa e garantire una certa sovrapposizione con le immagini adiacenti.
I punti segnalizzati, dovranno essere almeno 5 (meglio 6) per modello fotogrammetrico e distribuiti su di esso secondo gli schemi usuali. I punti dovranno essere tridimensionali.
Dovrà essere applicata una trasformazione affine che riporti il fotogramma alle condizioni corrette.
Per quanto riguarda la sovrapposizione tra immagini contigue si possono verificare due casi:
Se si opera per punti di controllo allora la sovrapposizione può essere minima: appena sufficiente ad evitare lacune nel rilievo.
Mentre se si opera senza punti di controllo, ma per allineamenti geometrici e rapporto di misure allora è necessario circa un 30% di sovrapposizione con le immagini adiacenti per consentire la realizzazione del mosaico su punti omologhi.
In generale è consigliabile utilizzare solo la parte centrale del fotogramma, per queste elaborazioni, a causa delle deformazioni indotte sull'immagine dalle ottiche in corrispondenza dei bordi del fotogramma.
Pertanto è preferibile riprendere la porzione di piano di interesse solo con la porzione centrale della pellicola sfruttandone circa l'80% e trascurando il restante 20% in prossimità dei bordi.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

SCALA DEI FOTOGRAMMI

La scala media dei fotogrammi che consentiranno la produzione del rilievo alla scala 1:50, non deve avere denominatore maggiore di 250.

2.2.4 FOTOCAMERE.

FORMATI:

Piccolo formato (24x36):

Le fotocamere di questo formato devono essere unicamente del tipo Reflex con obiettivi intercambiabili:

1. **28 mm o 35 mm** decentrabile; per riprese grandangolari o per le quali è necessaria la correzione delle linee verticali
2. **50 mm** Macro sia per riprese d'insieme che di soggetti particolari di misure molto ridotte
3. **Zoom 70/120 mm** per riprese generiche di soggetti difficilmente avvicinabili dall'operatore.

Medio formato(6x6/6x7):

Le fotocamere di questo formato devono necessariamente rispondere al tipo Reflex con obiettivi intercambiabili:

1. **40 mm o 50 mm** grandangolo decentrabile.
2. **80 mm** normale da usare anche con soffietto, per riprese macro.
3. **250 mm** medio tele.

Fotocamera digitale

L'utilizzo di camere fotografiche digitali, permette di evitare la fase di acquisizione mediante scansione della pellicola o da supporto fotografico.
Le camere attualmente in commercio consentono acquisizioni di immagini ad alta risoluzione sino ad un massimo di 14 megapixel.
Si dovrà di conseguenza costituire un archivio di immagini digitali, che sostituisca il tradizionale archivio negativi
Va precisato che le dimensioni in pixel richieste delle immagini non devono essere il risultato di interpolazione software effettuate dall'apparecchiatura fotografica.
Le fotocamere digitali utilizzate dovranno avere ottiche intercambiabili; è consentito l'utilizzo di dorsi digitali da applicare alle tradizionali apparecchiature fotografiche.
Per quanto riguarda obiettivi e formati, tali apparecchiature devono comunque rispondere ai requisiti precedentemente descritti.

2.2.5 ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONI DEGLI ORIGINALI.

DA PELLICOLA O STAMPA PROFESSIONALE:

L'acquisizione dell'immagine compiuta da supporto fotografico, dovrà avvenire, preferibilmente, dalla pellicola.
In alternativa è possibile eseguire l'acquisizione anche da stampe fotografiche di qualità professionale o equivalente.
La tipologia di formati originali presenti nel settore è riconducibile, nella maggiore parte dei casi, a:

- stampe di formato 13 x 18, 18 x 24 e 20 x 25 cm.
- negativi nei formati 35 mm, 6 x 6, 18 x 24 e 10 x 12 cm.

ACQUISIZIONE CON SCANNER.

La risoluzione a cui deve essere acquisita una immagine è da porre in rapporto alla risoluzione prevista per il dispositivo di visualizzazione delle immagini digitali.
La risoluzione spaziale di visualizzazione delle immagini digitali (monitor), permette risoluzioni fino a 1600 x 1200 punti e fino a 16 milioni di colori per ogni punto immagine.
Si tenga comunque presente che le novità, in questo campo, si susseguono a ritmo serrato.

Risoluzione di acquisizione delle immagini

La risoluzione a cui deve essere acquisita una immagine è da porre in rapporto anche alle dimensioni richieste per la stampa finale (a sua volta funzione della risoluzione adottata dai dispositivi di riproduzione utilizzati).
Si consiglia una risoluzione minima di acquisizione pari a 600 x 600 dpi.

Pulizia dispositivi e originali

Durante il processo di digitalizzazione si raccomanda, inoltre, di eseguire frequentemente la pulizia dei ripiani degli scanner e degli originali da acquisire, onde eliminare impurità che possono influire negativamente sulla qualità finale dell'immagine.

Scontornatura delle immagini

L'immagine acquisita deve rappresentare l'intero originale al fine di mantenere l'omogeneità con la documenta-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

zione fotografica acclusa alla scheda catalografica cartacea. In particolare devono essere conservati (se originariamente presenti nella foto) tutti gli elementi che servono a qualificare il soggetto quali: le scale di misura inserite allo scopo di fornire indicazioni sulle dimensioni di massima, i dati alfanumerici inseriti per permetterne l'identificazione, le scale cromatiche per rapportare i colori rappresentati nell'immagine con l'originale, eccetera. In taluni casi può essere conveniente eseguire la scontornatura del soggetto: la parte non contenente informazioni essenziali può essere eliminata dall'immagine digitale. La scontornatura può essere utile specialmente quando il soggetto è rappresentato, nell'originale fotografico, con dimensioni ridotte rispetto l'area totale. La scontornatura può essere effettuata con due metodi:

a) si opera un semplice ritaglio sull'immagine acquisita .
b) si acquisisce, con una risoluzione maggiore, l'area identificata come parte essenziale; quest'operazione è eseguita al fine di ottenere un'immagine con dimensioni (in pixel) maggiori che nel caso precedente. E' evidente che il secondo metodo è preferibile al primo, sia per mantenere omogeneità nelle dimensioni delle immagini, quando possibile, sia per ottenere una maggiore definizione del soggetto acquisito.

Elaborazioni intermedie.

Alle immagini possono essere applicate elaborazioni digitali tendenti a migliorarne la qualità (ad esempio variazioni della luminosità, del colore, cancellazione di aree, armonizzazione dello sfondo, decontestualizzazione del soggetto, ecc.), tuttavia sono preferibili i trattamenti globali attuati durante la fase d'acquisizione rispetto quelli effettuati successivamente. I trattamenti dovranno essere effettuati utilizzando obbligatoriamente, per la memorizzazione transitoria dell'immagine, dei formati senza perdita di qualità in attesa della definitiva registrazione finale.

2.2.6 Cartografia digitale[2]

Raddrizzamento e scalatura immagini

Le immagini digitali, acquisite con una risoluzione minima 600 x 600 dpi, dovranno essere sottoposte, mediante l'utilizzo di software commerciali, ad operazioni di raddrizzamento e scalatura e successiva mosaicatura.
Il completamento di questa fase porterà alla definizione di un fotopiano digitale, che potremmo definire di inquadramento generale, in quanto sulla sua superficie potrebbero essere presenti:

- elementi architettonici non in scala (cornicioni, balconi, ecc);
- zone di prospetto nascoste da strutture in aggetto e/o giacenti su piani differenti da quello principale.

Le immagini integrative opportunamente acquisite, nella fase di rilievo, saranno utilizzate per completare le eventuali lacune presenti opportunamente sottoposte ad operazioni di fotoraddrizzamento.

Elaborazione dei fotopiani digitali.

È opportuno che il fotopiano digitale così ottenuto, sia sottoposto ad ulteriori elaborazioni che ne permettano una corretta utilizzazione come documentazione grafica di progetto.
Con l'utilizzo di software commerciali di fotoritocco, si procederà laddove necessario alla eliminazione mediante cancellazione del contesto urbano circostante; al miglioramento della qualità dell'immagine modificando la luminosità, il contrasto, l'intensità, la brillantezza, la saturazione e la tonalità delle immagini, equalizzando i livelli d'ombra e regolando i valori "colore". Occorrerà eliminare le linee di discontinuità prodotte dal software a seguito dell'unione delle immagini, senza modificare quegli elementi posizionati proprio nei punti più critici che quindi, anche dimensionalmente, dovranno rimanere corretti .
La scala finale di rappresentazione del fotopiano digitale sarà 1:50.

Modalità di presentazione della cartografia digitale.

Il fotopiano digitale utilizzato come base cartografica per documentare lo stato di conservazione dei manufatti architettonici e per le successive operazioni progettuali per le modalità di presentazione dovrà seguire le norme UNI EN ISO 5457:2002 per il formato dei fogli,UNI EN ISO 3098- 0/5:2000 per le scritture su disegni; UNI 8187:1982 per il riquadro delle iscrizioni o cartiglio.

Note.

[1] Per lo sviluppo della presente proposta di normativa si sono state prese in considerazione opportunamente integrate ed applicate al caso del rilievo e rappresentazione digitale dei manufatti architettonici:
"*La documentazione fotografica delle schede di catalogo. Metodologie e tecniche di ripresa*" Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, Roma
"*Capitolato speciale d'appalto per l'esecuzione di un rilievo in forma numerica alla scala 1:50*" CIRCE, Laboratorio di Fotogrammetria, Università IUAV di Venezia,.

[2] Le procedure illustrate fanno riferimento solo a software fotogrammetrici di fotoraddrizzamento che utilizzano un immagine singola. Spirito della normativa è la definizione di procedure di semplice applicazione e di facile diffusione.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

APPENDICE A - ESEMPLIFICAZIONI

A.1 ACQUISIZIONE, RADDRIZZAMENTO, MOSAICATURA E SCALATURA IMMAGINI

Strisciata fotografica di un prospetto

Zone di sovrapposizione delle immagini fotografiche

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Coppia di immagini raddrizzate

Coppia di immagini raddrizzate

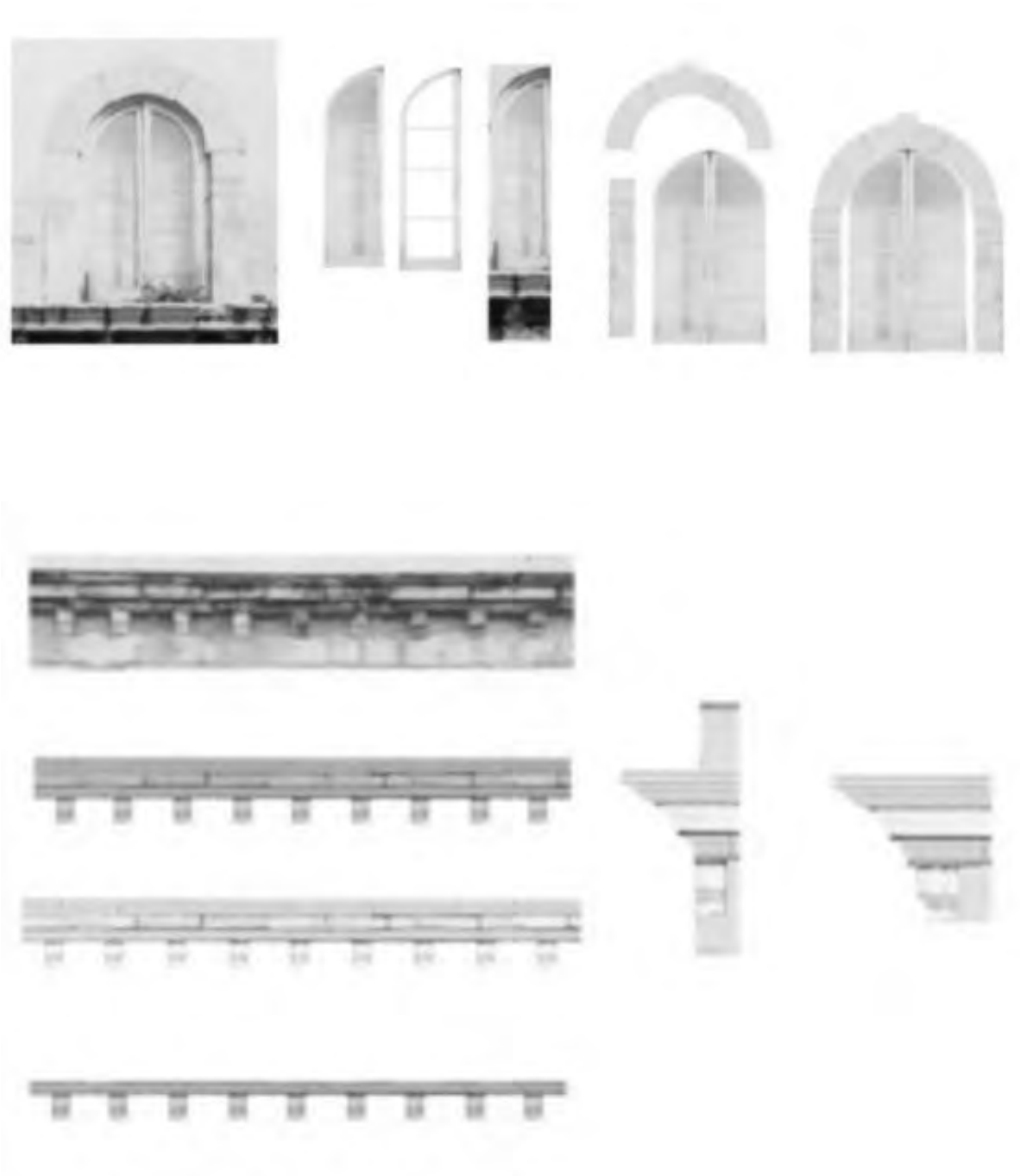
Fotopiano digitale privo di elaborazioni dell'immagine.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Appendice B - Elaborazione dei fotopiani digitali

B.1 Esempio di elaborazione di dettagli e di elementi architettonici

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT



PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Appendice C - Rappresentazione della cartografia digitale

Fotopiano digitale completo

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Capitolo 3

Diagnostica strutturale: metodologia di indagine e protocolli procedurali

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

3. Diagnostica strutturale: metodologia di indagine e protocolli procedurali

M. Mezzina, G. Uva, R. Greco, F. Porco.

3.1 Indagini preliminari speditive: valutazioni sintetiche del livello di danno e vulnerabilità.

Il problema della diagnostica degli edifici antichi è sempre molto complesso, a causa della natura estremamente disomogenea di materiali e tecniche costruttive e della difficoltà di ricondurre il funzionamento strutturale a schemi statici semplici ma sufficientemente accurati.

A livello tecnico, esistono idonee competenze e specifiche tecnologie a supporto della realizzazione delle indagini diagnostiche e delle prove in sito o in laboratorio appena menzionate (e continuamente la ricerca scientifica e tecnologica sviluppa nuovi metodi, a disposizione degli operatori del settore).

Tuttavia, allo stato attuale manca ancora una impostazione sistematica e sequenziale delle azioni da compiere. In altre parole, **mancano un protocollo procedurale di indagine, valutazione ed intervento testato e validato su casi di studio reali e delle linee guida di riferimento per l'applicazione delle tecniche di monitoraggio, diagnostica e la scelta dei metodi di intervento** più adatti alle specifiche situazioni strutturali.

Per individuare i "dati" necessari alla verifica statica della struttura e delle sue parti, è necessario effettuare una **indagine diagnostica** attenendosi ad una procedura sistematica e sequenziale articolata secondo **livelli graduali di approfondimento**.

Nella impostazione del lavoro si è innanzitutto definito lo schema operativo per organizzare l'intero processo diagnostico: sono state individuate le fasi da affrontare e all'interno di ciascuna di essa è stata precisata la sequenza logico-temporale delle operazioni da compiere .

Sono state individuate tre fasi fondamentali. Si ha innanzitutto una fase di **conoscenza preliminare "speditiva"**, nell'ambito della quale sono svolte le operazioni di rilievo ed ispezione a vista e si esprime un giudizio sulla necessità di prolungare le indagini.

Segue una fase di **indagine più approfondita ed estesa** che si avvale di investigazioni sul campo più dettagliate ed è supportata da prove in laboratorio e in situ (mediante l'applicazione di tecniche diagnostiche non distruttive o parzialmente distruttive) finalizzate alla verifica dell'attendibilità delle ipotesi formulate in fase di studio. *(Fig. 1)*

È stata in primo luogo strutturata e programmata la fase di indagine preliminare speditiva che precede la fase di analisi di dettaglio del degrado e del dissesto statico dell'edificio.

Tale indagine è fondata su una **valutazione sintetica del quadro di danno e della "vulnerabilità"** (individuazione delle carenze strutturali sia nell'organizzazione complessiva che a livello dei singoli elementi e dei dettagli costruttivi).

Lo spirito è quello indicato dagli studi promossi in ambito CEB in tema di accertamento e diagnosi dello stato di conservazione degli edifici esistenti [1] (che rappresentano un fondamentale punto di riferimento sullo stato di avanzamento delle ricerche svolte da anni su questi temi). Tali

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

studi sottolineano l'opportunità, al fine della definizione del piano d'indagine completo, di dedicare una prima fase di studio esclusivamente alla descrizione degli eventuali fenomeni di decadimento dei materiali e di fessurazioni visibili, escludendo valutazioni sugli aspetti statici.
Al fine di sistematizzare questa prima fase dei lavori di indagine e di accertamento sono state elaborate delle "Schede di Vulnerabilità" per la raccolta dei dati, sulla base dei modelli già diffusi in ambito nazionale per le valutazioni dei danni causati dai sismi (GNDT) [2, 3].
Le valutazioni di vulnerabilità sono nate come strumento sintetico e speditivo per il censimento dei su larga scala dei danni subiti dagli edifici a seguito di un terremoto. Esse, sulla base dell'osservazione a vista di un set predefinito di caratteristiche strutturali, di difetti di impianto ed organizzazione strutturale, e della valutazione qualitativa dei livelli di danno locale e globale in una scala linguistica predefinita (es. danno assente, lieve, medio, severo, molto severo), forniscono un giudizio sintetico dello stato dell'edificio (producendo un giudizio di agibilità della struttura), e consentono di stabilire la necessità di procedere ad indagini più costose ed approfondite ed interventi di riparazione e consolidamento.
Tali schede sono strutturate in modo tale da poter essere compilate da operatori opportunamente addestrati (che non siano necessariamente tecnici specialisti del settore), e possono essere elaborate in modo da tenere conto del grado di incertezza che è naturalmente associato ad un giudizio di tipo qualitativo e che presenta un certo livello di soggettività (limitabile ma non eliminabile del tutto).

3.1.1 Lo stato dell'arte in Italia sulle Indagini di Vulnerabilità.

È attualmente disponibile una scheda di primo livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza sismica AeDES (Agibilità e Danno nell'Emergenza Sismica) messa a punto dai ricercatori ed esperti del GNDT e del SSN sulla base delle esperienze effettuate sul campo nei terremoti passati. Tale scheda è finalizzata al rilevamento delle caratteristiche tipologiche, del danno e dell'agibilità degli edifici ordinari nella fase di emergenza che segue il terremoto. La sua attuale configurazione nasce dall'esigenza di ottimizzare i diversi parametri che intervengono nel percorso che va dal rilievo alla decisione finale (sia essa relativa all'agibilità, o alla valutazione economica del danno), evitando la raccolta di dati di scarsa importanza o di difficile reperimento (e spesso inaffidabili), considerando anche la finalità di pronto intervento propria della scheda. Avviene così che alcune caratteristiche, che pure hanno importanza non secondaria sul comportamento sismico e la vulnerabilità di un edificio, non siano inserite tra quelle da rilevare, per evidente impossibilità o eccessive difficoltà di conoscenza. La scheda consente di effettuare un rilievo speditivo ed una prima catalogazione del patrimonio edilizio, disponendo di dati tipologici e metrici degli edifici. Accoppiati ai dati di danno, tali dati sono utili anche ad una prima valutazione dei costi di riparazione e/o miglioramento, consentendo di predisporre scenari di costo per diversi contributi unitari associati a diverse soglie di danno.

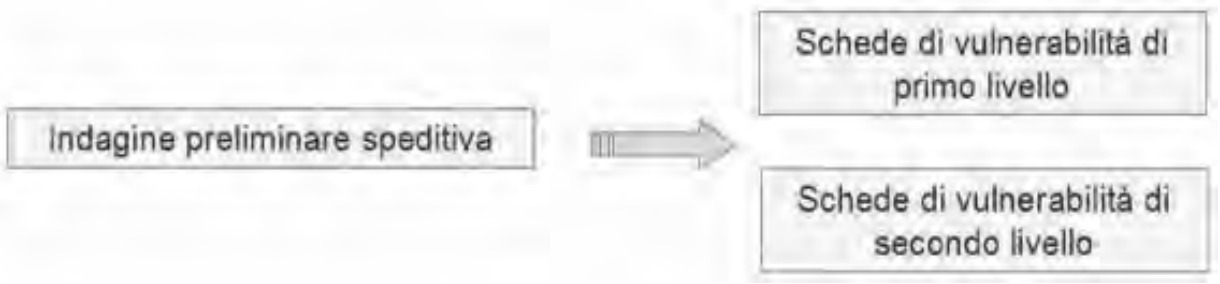

Indagine preliminare speditiva
Schede di vulnerabilità di primo livello
Schede di vulnerabilità di secondo livello

Fig. 1: Indagine di primo e secondo livello

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

È importante sottolineare che la compilazione guidata della scheda costituisce un valido ausilio alla valutazione finale dell'agibilità. Essa, infatti, mantiene traccia dell'ispezione effettuata e del relativo esito, cerca di stabilire un linguaggio comune nella descrizione del danno e della vulnerabilità e fornisce un percorso guidato per la valutazione del rischio, e quindi del giudizio di agibilità Inoltre, la sua struttura semplice e snella consente una migliore informatizzazione dei dati (in buona parte acquisibili dalla scheda anche tramite lettore ottico). Il giudizio finale, però, resta di stretta pertinenza della squadra di rilevatori.

Un elemento molto importante nella scheda AeDES, che è stato assunto come punto di partenza nell'organizzazione della procedura diagnostica applicata al caso di studio, riguarda la classificazione tipologica dei diversi elementi costruttivi.Nei precedenti modelli di scheda, la tipologia era direttamente individuata sulla base delle caratteristiche specifiche dei materiali e della loro combinazione, con approccio puramente descrittivo. La figura del rilevatore era sostanzialmente relegata al ruolo di riconoscitore a vista delle caratteristiche estetiche che più si avvicinavano a quelle descritte nella scheda, senza alcun riferimento al giudizio sulla vulnerabilità, (giudizio che poi egli deve invece esprimere nel momento della valutazione di agibilità). Alla base dell'approccio descrittivo era il desiderio di ottenere una fotografia oggettiva delle caratteristiche dell'opera, scevra da ogni giudizio e interpretazione personale del rilevatore.

Nella pratica applicativa, è stato verificato dai ricercatori del GNDT che questo tipo di classificazione ha limiti notevoli non appena si tenti di applicare la scheda ad una realtà diversa dalla casistica ipotizzata. Anche se la classificazione tipologica di riferimento degli elementi strutturali è estremamente estesa e dettagliata, nel momento in cui essa è applicata sul campo per l'identificazione delle tipologie in opera, si sono spesso riscontrate ambiguità, imprecisioni ed errori sistematici nell'attribuzione.
I limiti di questo approccio sono legati principalmente a quattro fattori:

- impossibilità di prevedere nella scheda tutte le possibili tipologie di elementi costruttivi, pur operando in un ambito relativamente ristretto (regionale o nazionale);
- difficoltà di riconoscimento delle diverse tipologie;
- variabilità delle tipologie nell'ambito dello stesso edificio;
- variabilità del comportamento sismico di tipologie apparentemente simili, e dunque classificate come uguali.

All'inizio, si è cercato di risolvere il problema arricchendo il repertorio di tipologie ed effettuando descrizioni sempre più minuziose all'interno degli edifici indagati, con un conseguente appesantimento del rilievo, e minore affidabilità del dato.

Il superamento di queste problematiche è invece alla fine stato risolto ribaltando la filosofia di approccio: alla classificazione descrittiva è stata sostituita un'interpretazione del comportamento dei diversi elementi costruttivi sotto l'azione sismica, nella quale lo stesso rilevatore è direttamente coinvolto. Si è passati da un approccio descrittivo ad un approccio comportamentale. È indubbio, infatti, che a fronte delle innumerevoli varietà tipologiche di uno stesso elemento strutturale (ad esempio per le murature influiscono il materiale degli inerti, la loro forma, la loro tessitura, l'organizzazione dell'apparecchio murario, i materiali della malta, etc.), i comportamenti attesi durante un terremoto sono riconducibili a pochi. Conseguentemente, la scheda di rilievo si semplifica drasticamente se a questi pochi comportamenti si fa riferimento. La semplificazione porta in generale ad una maggiore affidabilità del dato, a condizione che la decisione di sintesi richiesta all'operatore (ossia il passaggio dalle caratteristiche estetiche alle caratteristiche comportamentali) sia ben guidata.

3.1.2 Valutazioni di vulnerabilità di primo livello: struttura e contenuti delle schede AeDES.

La scheda di rilevazione AeDES prevede un sopralluogo completo, a cominciare dall'esterno dell'edificio (è possibile che si riscontrino elementi tali da giudicare l'edificio immediatamente inagibile, caso in cui non è opportuno procedere alla successiva ispezione interna), e esaminando tutti i livelli dell'edificio, comprese le coperture e gli interrati. Tuttavia, come già più volte sottolineato, lo spirito è quello di acquisire una idea generale sullo stato di dis-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

sesto e di vulnerabilità dell'edificio. Ciò avviene non tramite una osservazione generica dell'edificio, ma attraverso una ricerca sistematica e guidata delle evidenze di danno e degli indicatori di vulnerabilità nelle posizioni che sono più frequenti e attendibili, e secondo le modalità relazionate ai meccanismi di danno più comuni (raccolti in appositi abachi).

L'osservazione e l'interpretazione del danno rilevabile a vista (causato dal sisma) permette di individuare le modifiche subite dagli elementi strutturali e non strutturali, nonché la gravità di tali modificazioni ai fini della riduzione della sicurezza dell'edificio.

Nel caso di danni rilevanti (separazione evidente di paramenti murari, crolli anche parziali, rottura di nodi di telai), è così possibile dichiarare immediatamente l'inagibilità dell'edificio per manifesta carenza strutturale (e a volte anche l'inagibilità di edifici adiacenti o vicini per rischio indotto su altri spazi e/o manufatti). La presenza di danni non rilevanti consente invece di comprendere i meccanismi resistenti attuati, le modificazioni strutturali subite a causa dell'evento, e di stimare la riduzione della capacità resistente originaria.

Sulla quantificazione del danno apparente non è possibile dare regole certe, in quanto è ovvio che su tale aspetto interviene anche la sensibilità del singolo rilevatore. Esistono però indicazioni maturate nel corso degli anni che stabiliscono regole per definire la gravità del danno apparente: ad esempio quelle codificate dal GNDT stesso [1, 2] o quelle inserite nelle normative europee [4].

Nella formulazione del giudizio di agibilità in seguito ad un evento sismico è evidente che la valutazione dei danni presenti subiti dalla costruzione riveste una grande importanza, almeno nelle zone prossime all'epicentro della scossa. In altri casi (ad esempio in zone non epicentrali, che non sono ancora state messe realmente alla prova), l'assenza di danni consistenti non indica necessariamente che la costruzione sia sismicamente resistente (o più in generale, di buona qualità e poco vulnerabile). Occorre allora formulare il giudizio di agibilità basandosi anche su alcuni indicatori di vulnerabilità. Solo questi, infatti, possono fornire una idea del comportamento della costruzione in caso di eventi di più elevata intensità. Un tale tipo di analisi riveste inoltre una validità che prescinde dall'emergenza sismica, e suggerisce la strada per delle indagini sistematiche, indirizzate alla **riduzione preventiva del rischio sismico**.

I principali indicatori di vulnerabilità riguardano l'organizzazione strutturale dell'edificio in esame (Sezione 3 della scheda AeDES), e sono poi completati da indicatori che scaturiscono invece dalla morfologia del sito ove sorge la costruzione (Sezione 7 della scheda).

Per facilitare una sommaria valutazione della vulnerabilità da parte del rilevatore, è previsto che gli indicatori richiesti vadano inseriti in apposite caselle su sfondo grigio, tanto più scuro quanto più l'indicatore concorre ad incrementare la vulnerabilità dell'edificio. In particolare per gli edifici in muratura i tre livelli di grigio utilizzati possono essere considerati indicazioni di massima utili per la classificazione dell'edificio nelle tre classi A, B, C di vulnerabilità decrescente prevista nella scala macrosismica europea EMS98 per gli edifici ordinari non progettati secondo criteri anti-sismici. Per le strutture non identificate la scala di grigio fa riferimento alla vulnerabilità media delle configurazioni possibili.

3.1.2.1 Descrizione della scheda AeDES

La scheda AeDES è composta da 9 sezioni *(Figg. 2 e 3):*

- SEZIONE 1 - Identificazione edificio
- SEZIONE 2 - Descrizione edificio
- SEZIONE 3 - Tipologia
- SEZIONE 4 - Danni ad elementi strutturali e provvedimenti di pronto intervento eseguiti
- SEZIONE 5 - Danni ad elementi non strutturali e provvedimenti di pronto intervento eseguiti
- SEZIONE 6 - Pericolo esterno indotto da altre costruzioni e provvedimenti di pronto intervento eseguiti
- SEZIONE 7 - Terreno e fondazioni
- SEZIONE 8 - Giudizio di agibilità
- SEZIONE 9 - Altre osservazioni

Sezione 1: Identificazione edificio.

Questa sezione riguarda l'identificazione dell'edificio e del sopralluogo effettuato.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

In essa andranno pertanto indicati gli estremi della località in cui sorge l'edificio oggetto del sopralluogo (Comune, Frazione, indirizzo e quant'altro) e i dati identificativi del sopralluogo. Sono inoltre presenti altre informazione relative a Istat e Castatali.
Nella sezione identificativa dell'edificio è inoltre necessario specificare se si tratta di un edifico isolato, interno, d'estremità o d'angolo. È presente, infine, uno spazio bianco con la dicitura *-Fotocopia dell'aggregato strutturale con l'indicazione dell'edificio*. In tale spazio si andrà ad inserire la copia della parte della mappa di riferimento che contiene l'aggregato strutturale e l'edificio oggetto del sopralluogo (di cui si andranno a marcare i contorni) con i relativi codici identificativi.

Sezione 2: Descrizione edificio.

Questa sezione riguarda la descrizione dell'edificio. Si andranno, quindi, ad inserire i dati metrici (numero dei piani, altezza dell'interpiano, presenza di eventuali piani interrati, superficie media di piano). Il numero di piani da indicare è quello complessivo, compresi quelli interrati. Per quanto concerne l'altezza media di piano e la superficie media di piano andrà indicato l'intervallo che meglio individua la media delle superfici di tutti i piani.
Oltre ai dati metrici,si andranno ad inserire le informazioni riguardanti l'età dell'edificio, riferita sia alla costruzione che ad eventuali interventi di ristrutturazione. È necessario introdurre le informazioni relative alla destinazione d'uso (abitativo, produttivo, ecc.) ed all'esposizione, intesa come numero di unità in uso, percentuale di utilizzo, numero di occupanti; infine, se si tratta di una proprietà pubblica o privata. Con riferimento all'uso dell'edificio, se all'interno dello stesso sono presenti diversi usi,questi andranno indicati tutti. Il termine *Strategico* si riferisce, in particolare, all'espletamento delle funzioni della Protezione Civile (ospedali, sedi comunali, caserme dei Vigili del Fuoco, etc). Per quanto concerne l'informazione

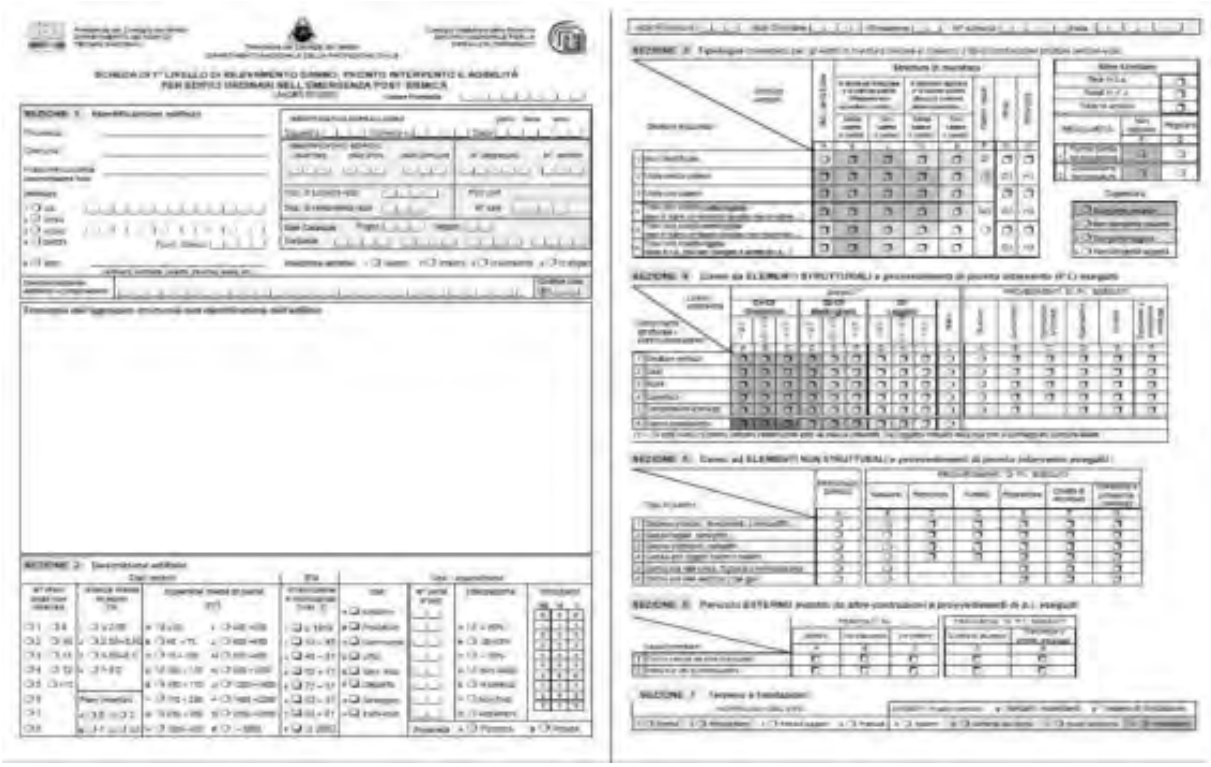


Fig. 2: Scheda AEDES Parte 1

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

relativa alla percentuale di utilizzazione, questa si riferisce sia al tempo che allo spazio (prima dell'evento se la scheda è utilizzata in fase post-sisma). In caso contrario,si andrà ad evidenziare se l'edificio è inutilizzato, o perché *in costruzione*, o perché rimasto *non finito* o infine perché si presenta in stato di *abbandono* (cattivo stato di conservazione e/o funzionalità).

Sezione 3 - Tipologia.

Tale sezione ha lo scopo di guidare il rilevatore verso una conoscenza approfondita del comportamento dell'edificio attraverso un percorso che ha lo scopo di evidenziare i fattori di vulnerabilità delle stesso. La sezione si compone di tre parti: una più ampia dedicata alla conoscenza dell'edificio in muratura, una seconda parte riferita alle altre tipologie strutturali, ed infine una parte relativa alle coperture. In particolare, per le murature la esiste la possibilità di una multi scelta, con al massimo di 2 opzioni da riferire alle situazioni spazialmente più importanti. In definitiva, è possibile segnalare due combinazioni di strutture orizzontali e verticali prevalenti.

Edifici in muratura.

Per gli edifici in muratura la sezione si compone di una parte relativa alle strutture di orizzontamenti e di una dedicata alle strutture verticali.

Si osserva che la distinzione tra le varie tipologie è basata non su una mera descrizione, bensì sul diverso comportamento. Pertanto, per gli orizzontamenti è necessario riconoscere se si tratta di solai deformabili, rigidi e semirigidi, oppure, nel caso si tratti di strutture voltate, se nono presenti o meno le catene.

Per guidare l'ispettore nella decisione concernente la tipologia degli orizzontamenti, nel manuale di istruzioni per la compilazione della scheda è riportato un abaco di tipologie, contenente i solai rigidi in c.a., quelli semirigidi

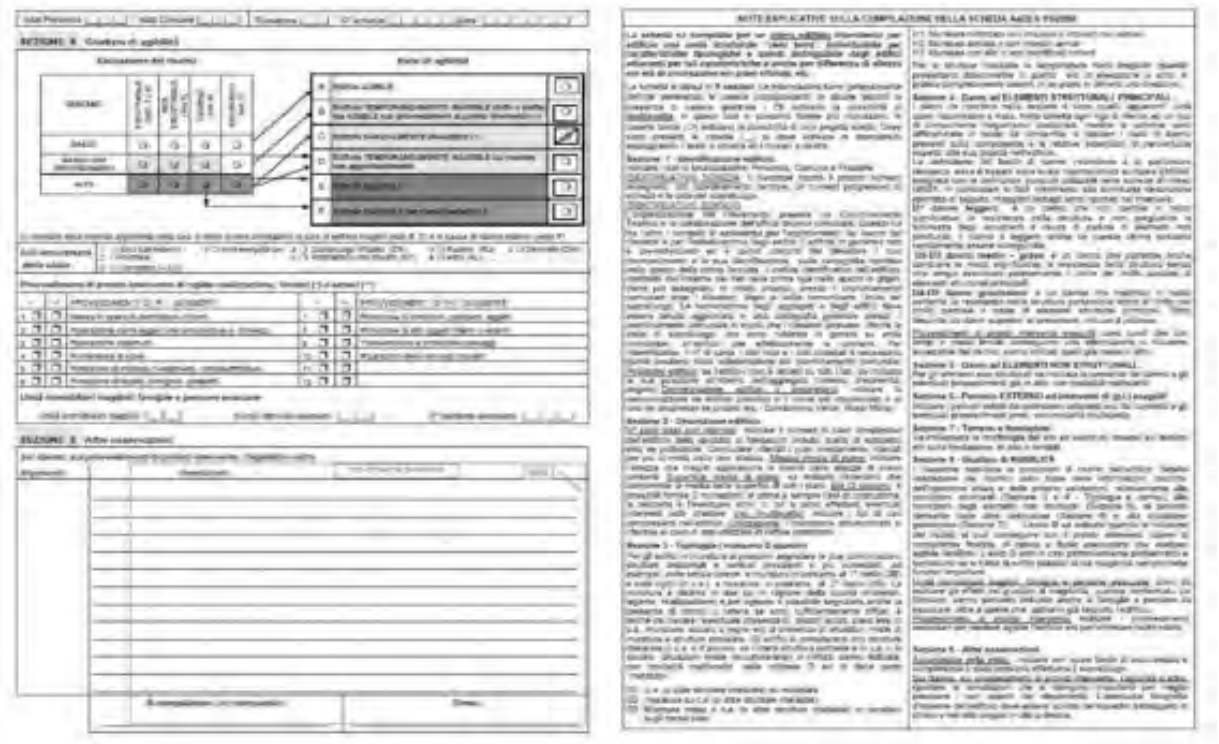


Fig. 3: Scheda AEDES Parte 2.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

in putrelle e tavelloni, quelli deformabili in putrelle e voltine o in legno privi di irrigidimento.
In definitiva, per gli orizzontamenti piani la distinzione comportamentale è fatta tra:

- *Travi con soletta deformabile:*

In questa ipotesi, la elevata deformabilità, unita all'eventuale la scarsa resistenza, fanno sì che, anche in presenza di collegamenti con le struttura verticali, tale tipologia non sia capace di realizzare un vincolo alle pareti sollecitate fuori del piano tanto meno di ridistribuire le forze sismiche tra le pareti sollecitate nel piano. La conseguenza è che tali orizzontamenti sollecitano le pareti fuori del piano, agevolando il crollo.

- *Travi con soletta semirigida:*

Si tratta di una tipologia con una rigidezza e resistenza tale che, se ben collegate alla struttura verticale, sono capaci di realizzare un vincolo sufficientemente rigido alle pareti sollecitate fuori del piano e ridistribuire le forze sismiche tra le pareti parallele alla direzione dell'azione.

Diversamente, tale tipologia non ha rigidezza tale da determinare una ridistribuzione delle forze sismiche tra tutte le pareti dell'edificio.

- *Travi con soletta rigida:*

Si tratta di una tipologia con una rigidezza e resistenza tale che, se ben collegate alla struttura verticale, sono capaci di realizzare un vincolo per le pareti sollecitate fuori del piano e ridistribuire le forze sismiche tra le pareti parallele alla direzione dell'azione, realizzando il corretto comportamento della scatola muraria.

Per le volte si distinguerà tra:

- *Volte senza catene:*

Si tratta di strutture spingenti già sotto l'azione dei carichi verticali; pertanto, tale situazione può essere ulteriormente aggravare per effetto dell'azione sismica, provocando il collasso fuori del piano delle pareti.

- *Volte con catene:*

In tal caso la spinta viene eliminata o ridotta grazie alla presenza di catene ben ancorate, o viene contrastata da idonei speroni.

Per quanto concerne le murature è possibile distinguere tra due principali tipologie in relazione alla qualità. Questa tiene conto del materiale utilizzato, della malta e della realizzazione. Per ognuno dei due tipi, inoltre, è possibile segnalare anche l'eventuale presenza di cordoli o catene.

Il primo tipo è una muratura di cattiva qualità (classe 1), sia per quanto riguarda i materiali, sia per quanto concerne la tessitura. Viceversa, il secondo tipo è una muratura di buona fattura e realizzata con buoni materiali (classe 2).
Per guidare l'ispettore nell'assegnazione della tipologia, il manuale per la compilazione della scheda comprende un abaco, a cui si rimanda, contenente una casistica molto ampia di situazioni ricorrenti.

Con l'utilizzo di tali abachi la classe I (cattiva qualità) o II (buona qualità) può venire assegnata in ragione di un livello di conoscenza più o meno approfondito. Il più semplice livello di conoscenza riguarda la facciata, quindi si passa alla conoscenza della qualità della malta e quindi alla conoscenza della sezione trasversale.

Si possono definire i seguenti livelli di conoscenza:
I livello di conoscenza: L'unica fonte di conoscenza è la facciata esterna. In questo caso si può utilizzare l'abaco delle murature basato sul paramento esterno, che in base al tipo di pietra ed alla eventuale presenza di ricorsi fornisce l'assegnazione della classe I o II.
II livello di conoscenza: Si tratta di un livello di conoscenza più approfondito, che presuppone che sia nota la qualità della malta (cattiva - Mc o buona- Mb). In base alla qualità della malta il giudizio assegnato in base al primo livello di conoscenza può o meno essere modificato.
III livello di conoscenza: Riguarda il tipo di sezione trasversale, con paramenti collegati -Pc-, che presentano un comportamento monolitico, o paramenti scollegati -Ps.

Altri edifici.

Questa parte delle sezione 3 è dedicata alle strutture presenti in alternativa alla muratura:

- strutture a telaio in cemento armato
- strutture a pareti portanti in cemento armato
- strutture a telaio in acciaio

Per tali tipologie il rilevatore indica la regolarità/irregolarità della costruzione, sia in pianta che in elevazione.
Infine, nella casella *disposizione tamponature* si dovrà indicare la presenza o meno di dissimetrie generali nella disposizione delle tamponature e/o la presenza di condizioni di vulnerabilità non strutturale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Coperture.

Questa parte della sezione 3 è dedicata alle coperture, elementi in grado di influenzare in maniera sensibile la riposta strutturale in caso di sisma. Sono annoverati quattro tipologie di strutture di copertura:

- Spingente pesante
- Non spingente pesante
- Spingente leggera
- Non spingente leggera

La copertura spingente e pesante rappresenta la situazione più gravosa, sia per quanto riguarda le elevate forze sismiche che si generano a causa della massa elevata, sia per l'effetto spingente che favorisce il collasso fuori del piano delle pareti sottostanti. Quest'ultimo aggravio non è invece presente nel secondo tipo. Nella copertura spingente leggera l'unico effetto negativo è all'aggravamento delle spinte orizzontali sulle pareti di appoggio, dovute alle forze sismiche. Infine, la copertura leggera e non spingente rappresenta la situazione maggiormente auspicabile, sia per i bassi valori delle forze sismiche (grazie alla leggerezza), sia per l'assenza di aggravi per effetto delle spinte.

Sezione 4 - Danno ad elementi strutturali e provvedimenti di pronto intervento eseguiti.

La sezione 4 della scheda AEDES riguarda il danno agli elementi strutturali e la presenza di provvedimenti di pronto intervento eseguiti. Per quanto concerne questi ultimi si dovrà semplicemente indicare l'eventuale tipologia di provvedimento adottato (demolizione, riparazione, ecc) o, in caso contrario, indicare l'assenza di alcun provvedimento.

Per quanto riguarda il danno, questo andrà distinto a seconda degli elementi strutturali: strutture verticali, solai, scale, copertura, tamponature. È, inoltre, possibile inserire informazioni relative all'estensione di danno preesistente, non conseguente all'evento sismico.

Individuato l'elemento strutturale, per ognuno di questi occorre indicare il livello di danno scegliendo tra quattro possibilità a seconda della gravità: danno nullo, danno leggero (D1), danno medio grave (D2-D3), danno gravissimo (D4-D5).

La definizione del livello di danno si basa sulla scala macrosismica europea EMS98, integrata con le definizioni puntuali utilizzate nelle schede di rilievo GNDT. In realtà, la EMS98 prevede sei livelli di danno (da D0: nessun danno, a D5 distruzione). Nella scheda AeDES, invece, i livelli di danno D2 e D3, e D4 e D5 sono accorpati. Per la descrizione dettagliata dei livelli di danni si rimanda al manuale.

Una volta che è stato valutata la gravità del danno all'interno della sezione 4 occorrerà indicarne l'estensione, scegliendo tra tre possibilità. Si osserva che la valutazione dell'estensione del danno deve essere effettuata separatamente per ogni riga e con riferimento all'intero edificio. Questo deve essere inteso nel senso che per ogni componente elencata nelle righe si deve sia rilevare la presenza di ognuno dei tre livelli di danno e stimare l'estensione da assegnare a ognuno dei tre livelli.

Si dovranno opportunamente combinare rapporti percentuali relativi al numero di piani danneggiati rispetto al numero di piani totali e rapporti percentuali, in ogni piano, delle parti o superfici danneggiate sul totale delle parti o superfici totali del piano.

Sezione 5 - Danni ad elementi non strutturali e provvedimenti di pronto intervento eseguiti.

In questa sezione durante il sopralluogo si dovrà indicare il danno agli elementi non strutturali (distacco di intonaci, cadute di tegole, caduta di cornicioni ecc) oltre l'eventuale presenza ed il tipo di provvedimenti di messa in sicurezza.

Sezione 6 - Pericolo esterno indotto da altre costruzioni e provvedimenti di pronto intervento eseguiti

In questa sezione della scheda AeDES si inseriscono le informazioni relative ad un situazione di pericolo indotto da cause esterne all'edificio, derivante da instabilità di edifici vicini o da problemi delle reti di distribuzione. Riconosciuta la presenza di queste cause potenziali, si dovrà indicare il possibile pericolo sull'edificio oggetto del sopralluogo, sulle vie di accesso e interne. Anche in questo caso c'è la possibilità di indicare la presenza di eventuali provvedimenti di pronto intervento già presenti.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Sezione 7 - Terreno e fondazioni.

In questa sezione si introducono alcune informazioni, di carattere qualitativo e descrittivo, relative al terreno ed alle fondazioni, per poterne desumere il rischio geotecnico del sito in cui sorge l'edificio oggetto dell'ispezione. Le informazioni riguardano la morfologia del sito ed eventuali dissesti del terreno.

Sezione 8 - Giudizio di agibilità.

La sezione 8 della scheda è quella conclusiva, nella quale, a seguito della compilazione delle sezioni precedentemente descritte, si dovrà esprimere il giudizio di agibilità, le sue conseguenze ed i provvedimenti di pronto intervento da adottare.
Nella tabella valutazione del rischio si riportano, in termini di rischio, sinteticamente le osservazioni riportate nelle sezioni precedenti, al fine di indirizzare il compilatore verso il giudizio di agibilità. In particolare in questa tabella si indicherà:

- rischio strutturale legato allo stato degli elementi con funzione portante
- rischio non strutturale, legato allo stato di elementi senza funzione portante
- rischio esterno indotto da possibili crolli parziali o totali di costruzioni circostanti sulla costruzione in oggetto o sulle sue vie di accesso
- rischio geotecnico, legato allo stato dei terreni e delle fondazioni

Nella tabella relativa all'esito di agibilità occorrerà scegliere tra una delle seguenti possibilità:

- *Edificio agibile*
- *Edificio temporaneamente inagibile (tutto o parte) ma agibile con provvedimenti di pronto intervento*
- *Edificio parzialmente inagibile*
- *Edificio temporaneamente inagibile da rivedere con approfondimento*
- *Edificio inagibile*

Sezione 9 - ALTRE OSSERVAZIONI

Nella sezione 9 infine, il rilevatore ha la possibilità di inserire alcune osservazioni libere, con lo scopo di chiarire meglio alcuni particolarità relative alle sezioni precedenti, soprattutto per quanto concerne l'esito finale sul giudizio di agibilità ed i provvedimenti di pronto intervento da adottare.

3.1.3 Valutazioni di vulnerabilità di secondo livello: elaborazione di una scheda di "secondo livello" per edifici in muratura.

È stato proposto un primo modello di Scheda di Indagine di secondo livello per l'edificio che, rispetto alle schede di vulnerabilità GNDT di primo e secondo livello [3] (adatte ad un'analisi su scala urbana) prevede, oltre alla raccolta di dati di natura globale sull'edificio, un'ispezione - sempre qualitativa ma più dettagliata - sui singoli vani, nella quale vengono raccolte informazioni circa lo stato locale di degrado dei materiali e dissesto degli elementi strutturali. È stata avviata la compilazione delle schede per ogni vano della struttura, e in corso d'opera sono state effettuate le modifiche e tarature necessarie.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

3.2 INDAGINI ESTENSIVE.

Alla fase di indagine preliminare speditiva, come si è detto, segue una investigazione più accurata, per definire un controllo esteso e completo sia sulle strutture, sia sui materiali e alla redazione di un quadro generale delle prove d'indagine e del relativo disciplinare tecnico. L'accertamento delle capacità prestazionali della struttura deve prendere in esame non solo i componenti strutturali che partecipano al processo di trasferimento al suolo di fondazione dei carichi applicati, ma anche quelle strutture funzionali al tipo d'uso della costruzione stessa.

3.2.1 IL PROTOCOLLO PROCEDURALE E LE FASI DELL'INDAGINE DI DETTAGLIO.

Nell'ambito di questa seconda fase, è definito il protocollo di indagine seguendo un approccio organico ed integrato, in cui i momenti di analisi ed elaborazione teorica interagiscono attivamente con le fasi di conoscenza e le osservazioni empirico-sperimentali.

Tale protocollo è stato strutturato secondo la seguente sequenza di operazioni:

1. Raccolta della documentazione esistente.
2. Conoscenza preliminare del manufatto.
3. Indagini di base: ispezione a vista, valutazioni di vulnerabilità, valutazione del degrado.
4. Definizione del quadro completo d'indagine: indagini di dettaglio, organizzazione di prove complementari sulle strutture e sui materiali maggiormente compromessi.
5. Esecuzione delle prove previste in sito e in laboratorio.
6. Elaborazione ed interpretazione delle prove condotte.
7. Calcolo e verifiche di sicurezza: valutazione della idoneità strutturale.

Sulla base dei dati acquisiti attraverso l'applicazione del protocollo, e quindi in funzione delle: caratteristiche strutturali individuate, dei livelli di danno, delle valutazioni di sicurezza effettuate saranno poi stilate, nella fase finale del lavoro di ricerca, delle "Linee guida per la scelta ed esecuzioni delle indagini diagnostiche e per la proposta di interventi di consolidamento strutturale".

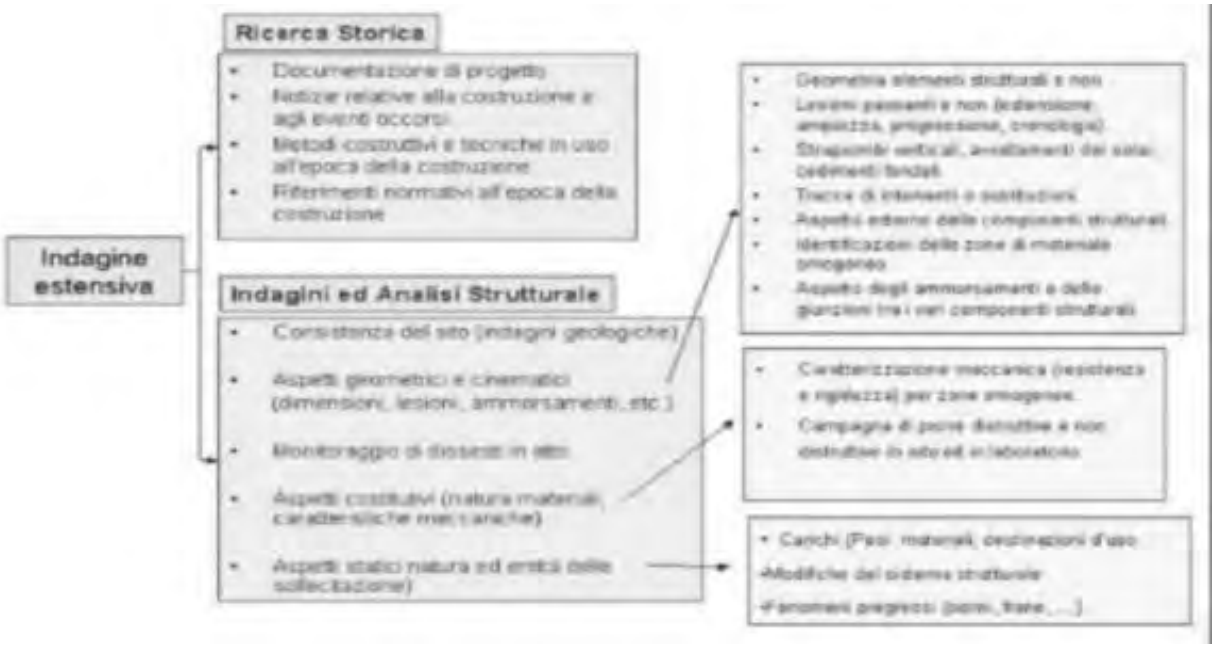

Indagine estensiva
Ricerca Storica
Documentazione di progetto
Notizie relative alla costruzione e agli eventi occorsi
Metodi costruttivi e tecniche in uso all'epoca della costruzione
Riferimenti normativi all'epoca della costruzione
Indagini ed Analisi Strutturale
Consistenza del sito (indagini geologiche)
Aspetti geometrici e cinematici (dimensioni, lesioni, ammorsamenti, etc.)
Monitoraggio di dissesti in atto
Aspetti costitutivi (natura materiali, caratteristiche meccaniche)
Aspetti statici natura ed entità delle sollecitazioni)
Geometria elementi strutturali e non
Lesioni passanti e non (estensione, ampiezza, progressione, cronologia)
Strapiombi verticali, avvallamenti dei solai, cedimenti fondali
Tracce di interventi o sostituzioni
Aspetti esterni delle componenti strutturali
Identificazione delle zone di materiale omogeneo
Aspetto degli ammorsamenti e delle giunzioni tra i vari componenti strutturali
Caratterizzazione meccanica (resistenza e rigidezza) per zone omogenee
Campagna di prove distruttive e non distruttive in sito ed in laboratorio
Carichi (Pesi materiali, destinazioni d'uso
Modifiche del sistema strutturale
Fenomeni pregressi (ponti, frane, ...)

Fig. 4: Le fasi dell'indagine estensiva.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

3.2.2 Schedatura delle tecniche di indagine distruttive e non distruttive per la diagnostica strutturale degli edifici tradizionale in muratura portante.

Nome della prova:
INDAGINI SPERIMENTALI PER IL MONITORAGGIO DEI QUADRI FESSURATIVI

Caratteristica della prova:
NON DISTRUTTIVA

Sito della prova:
IN OPERA

Materiale oggetto di prova:
STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO, EDIFICI IN MURATURA

METODOLOGIA D'INDAGINE
Il monitoraggio strutturale si colloca come strumento di controllo con il preciso scopo di determinare l'effettiva evoluzione dei quadri fessurativi all'interno di una struttura.
Gli strumenti a disposizione sono molteplici e dipendono dal metodo di indagine:

• Fessurimetri lineari ed angolari.
Uno dei metodi di rilevazione degli spostamenti sulle strutture, oggi ormai obsoleto e poco funzionale, è basato sull'uso dei fessurimetri lineari ed angolari. I fessurimetri sono formati da griglie sovrapposte, mobili, con intervalli di lettura dell'ordine del millimetro.

FESSURIMETRO LINEARE IN OPERA

DATI DA RILEVARE
Per ogni lesione è necessario rilevare:
- le posizioni e la forma;
- le differenze di ampiezza per la determinazione del moto reciproco dei bordi;
- l'evoluzione storica delle lesioni.
- identificare le lesioni principali e quelle secondarie, per collocare successivamente i rilevatori
- elaborare i diagrammi di spostamento per identificare il tipo di progressione in atto.

• Deformometro. Quando il livello di approssimazione deve essere più accurato, ed in particolare quando la situazione di dissesto sotto osservazione è molto impegnativa per cui è necessario rilevare anche gli spostamenti più piccoli si ricorre all'uso del deformometro. È uno strumento di misura, che consente letture degli spostamenti relativi a cavallo delle fessure utilizzando basi a partire da 50 mm. E' costituito da una barra invar alle cui estremità sono montate due testine munite di punte coniche.

DEFORMOMETRO CON CAPISALDI IN ACCIAIO

Fig. 5: Tecniche di monitoraggio dei quadri fessurativi - Parte 1.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

OBIETTIVI DELL'INDAGINE Mediante il monitoraggio è possibile garantire in piena sicurezza l'uso dell'immobile prima di interessarlo da interventi di rinforzo strutturale, inoltre dallo studio delle progressioni si può capire se i movimenti in atto evolvono verso condizioni di equilibrio vicine e stabili. Lo studio invece della morfologia del quadro fessurativo, della geometria e della dislocazione sulle membrature portanti consente di risalire alle cause che lo hanno prodotto e di mirare al meglio gli interventi di consolidamento.	• Centraline automatiche di acquisizione dati. Sono apparecchiature necessarie nel caso in cui si debbano effettuare controlli in tempi lunghi (mesi o addirittura anni). Scopo di tali centraline è quello di raccogliere i dati provenienti dai sensori collegati e svolgere automaticamente le funzioni di lettura e di registrazione sia in sito (computer portatili), che a distanza (modem, ponti radio, ecc.) Grazie alla loro versatilità e flessibilità, permettono l'impiego combinato di diverse tipologie di sensori Il sistema di rilevamento automatico si compone dei seguenti elementi: - Acquisitore dati LPA dotato di batterie al litio con possibilità di registrazione modulabile e per un tempo massimo di sei mesi con letture anche ogni due ore; - Sensori di spostamento, trasduttori lineari e tridimensionali; - Cavi di collegamento; - Computer portatile per elaborazione dati provenienti dalle centraline di acquisizione, visualizzazione in tempo reale, memorizzazione su file e trasmissione mediante GSM in altro sito. CENTRALINA E SENSORI DI SPOSTAMENTO IN OPERA
Costo indicativo della prova: • Il costo è relativo al tempo di osservazione ed al numero di punti di misura. Orientativamente per un tempo di osservazione di sei mesi con centraline automatiche e 20 punti di misura necessitano circa 6000,00 euro.	**VOCE DI CAPITOLATO** Campagna di prove di monitoraggio strutturale da eseguire su edifici o parti di edifici monumentali finalizzata all'acquisizione di tutte le informazioni per l'esame delle patologie presenti ed eventuale evoluzione dei quadri fessurativi e deformativi rilevati,da eseguire previo stesura di un programma d'indagine finalizzato alla messa in opera di strumenti di controllo e misurazione quali: fessurimetri, deformometri, trasduttori collegati alla centralina elettronica d'acquisizione dati.. Tutti i risultati saranno registrati con cadenza prefissata in modo da fornire le risultanze in apposita relazione finale riepilogativa a firma di tecnico abilitato responsabile dell'esecuzione della campagna di prove.

Fig. 6: Tecniche di monitoraggio dei quadri fessurativi - Parte 2.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Nome della prova:
INDAGINI SPERIMENTALI CON MARTINETTI PIATTI

METODOLOGIA D'INDAGINE

La metodologia della prova, con martinetto singolo è basata sulla variazione dello stato tensionale in un punto della struttura in esame, per effetto di un taglio piano eseguito in direzione normale alla superficie di prova.
Il rilascio delle tensioni provoca una parziale chiusura del taglio, che può essere rilevato attraverso misure di convergenza fra più punti posti in posizione simmetrica rispetto al taglio.
Una speciale tasca metallica, costituita dall'accoppiamento di due lamine saldate lungo i bordi, viene inserita all'interno di questo taglio il quale ha interrotto la continuità della struttura e nel quale si è creata una condizione di tensione nulla.
Dopo la successiva applicazione del martinetto piatto, al suo interno viene pompato olio disarato attraverso un sistema idraulico fino ad annullare la convergenza in precedenza misurata.
In queste condizioni la pressione all'interno del martinetto è pari alla sollecitazione preesistente nella muratura a meno di alcune costanti che tengono conto della rigidezza del martinetto e dal rapporto tra l'area del martinetto di carico e la superficie del taglio.
La metodologia con martinetto doppio ha invece la finalità di realizzare in sito una prova di compressione su un prisma di muratura.
Infatti i tagli da effettuare vengono predisposti con il fine di interrompere la continuità su due superfici della struttura. Con questa operazione si isola un prisma o cubo di struttura, ed i martinetti in opera fungono da piatti di una pressa, configurando così in sito la tipica prova monoassiale di compressione.

Caratteristica della prova:
NON DISTRUTTIVA

Sito della prova:
IN OPERA

Materiale oggetto di prova:
STRUTTURE MURARIE

Martinetto singolo

Martinetto doppio

DATI DA RILEVARE

Le modalità di esecuzione delle prove sono differenziate in funzione dei parametri da ottenere in particolare:
- Per la determinazione delle tensioni in sito si attua la prova con singolo martinetto;
- Per la determinazione del modulo elastico e delle tensioni di prima fessurazione ed ultima, si attua la prova con doppio martinetto.

OBIETTIVI DELL'INDAGINE

L'indagine dei martinetti piatti consente di determinare sia gli stati tensionali presenti nella muratura, sia di valutare i parametri meccanici utili, quali moduli elastici e tensioni di prima fessurazione e di rottura.

Costo indicativo della prova:
- PROVA SINGOLA
1800 euro
- PROVA DOPPIA
2700 euro

VOCE DI CAPITOLATO

Valutazione degli stati tensionali in opera da eseguire mediante prova con martinetto singolo compresa l'esecuzione del taglio e le relative misure di convergenza.
Valutazione di moduli di rigidezza e di tensioni di prima fessurazione e rottura mediante prova con martinetto doppio compresa l'esecuzione dei tagli, le misure di convergenza con restituzione di grafici tensione – deformazione.

Fig. 7: Indagine sulle murature con martinetti piatti.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

	METODOLOGIA DI INDAGINE La metodologia sonica si basa sullo della propagazione di onde di vibrazione nel materiale in esame. La velocità con cui un'onda di vibrazione si propaga all'interno di un mezzo è funzione della densità e dei parametri elastici e quindi gli impulsi di vibrazione sono sensibili allo stato locale del materiale. Presenza di disomogeneità, fessure e cavità assorbono e riflettono le onde di vibrazione producendo variazioni di velocità di propagazione dell'onda. Il segnale viene acquisito, utilizzando un martello strumentato e un ricevitore sonico o accelerometro, ed automaticamente visualizzato su un display interno insieme alla misura del tempo di propagazione, che può essere controllata ed eventualmente corretta modificando la soglia di lettura.
Nome della prova: **INDAGINE SONICA PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI PARAMENTI MURARI**	
Caratteristica della prova: **NON DISTRUTTIVA** *Sito della prova:* **IN OPERA** *Materiale oggetto di prova:* **STRUTTURA MURARIA**	
Costo indicativo della prova: **100 euro/mq di superficie indagata**	**DATI DA RILEVARE** Le modalità di esecuzione della prova prevedono la misura dei tempi di percorrenza, e quindi le velocità, delle onde emesse dal martello strumentato su una griglia di punti individuata sul pannello murario da indagare. La mappatura dei valori rilevati permette di individuare eventuali anomalie nel paramento murario.
	OBIETTIVI DELL'INDAGINE Obiettivo dell'indagine è l'individuazione di vuoti, lesioni o distacchi nel paramento murario. La mappatura delle velocità su porzioni estese di pareti permette inoltre di evidenziare brusche variazioni delle caratteristiche elastiche della muratura.
	VOCE DI CAPITOLATO Valutazione delle velocità di percorrenza delle onde soniche, all'interno di un paramento murario, emesse con utilizzo di martello strumentato o accelerometro. Le misure, effettuate su una griglia di dimensioni predefinita, devono essere elaborate sottoforma di mappe o tomografie che evidenzino le anomalie nel paramento murario.

Fig. 8: Indagine sonica per le murature.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Nome della prova:
ISPEZIONI VISIVE DIRETTE ALL'INTERNO DI MURATURE, CAVITA' E PARTI INACCESSIBILI

Caratteristica della prova:
NON DISTRUTTIVA

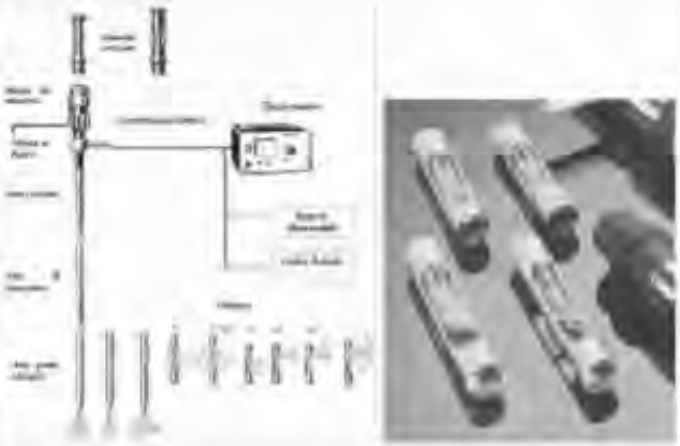
Sito della prova:
IN OPERA

Materiale oggetto di prova:
STRUTTURA MURARIA

Costo indicativo della prova:
100 euro per punto di ispezione incluso il microcarotaggio

METODOLOGIA DI INDAGINE

Al fine di investigare le tessiture murarie, ad esempio per verificare se nello spessore sono presenti distacchi tra i paramenti (nel caso di murature a sacco), o per rilevare la presenza di vuoti, cavità o lesioni di dimensione notevole, molto utile è l'indagine visiva diretta. Nel punto in cui si vuole effettuare l'investigazione si realizza un microcarotaggio e attraverso l'utilizzo di un endoscopio è possibile vedere all'interno del paramento. Ne caso si utilizzi un endoscopio rigido modulare cambiando il tipo di obiettivo è possibile investigare anche in direzione diverse a quella di perforazione.



DATI DA RILEVARE

Le modalità di esecuzione della prova prevedono l'ispezione in punti stabiliti dopo una fase di indagine visiva, a a valle di una investigazione di tipo sonico. L'utilizzo di adattatori per macchine digitali permette di effettuare foto ad alta risoluzione che possono aiutare nell'interpretazione della prova stessa.

OBIETTIVI DELL'INDAGINE

Obiettivo dell'indagine è verificare la presenza di vuoti, lesioni o distacchi nel paramento murario.

VOCE DI CAPITOLATO

Ispezione visiva all'interno di paramento murario, in putni prestabiliti, con utilizzo di endoscopio rigido modulare ed obiettivi che permettano l'investigazione nelle diverse direzioni.

Fig. 9: Ispezione dei paramenti murari con tecniche endoscopiche.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Nome della prova:
VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA ALLA PERFORAZIONE

Caratteristica della prova:
NON DISTRUTTIVA

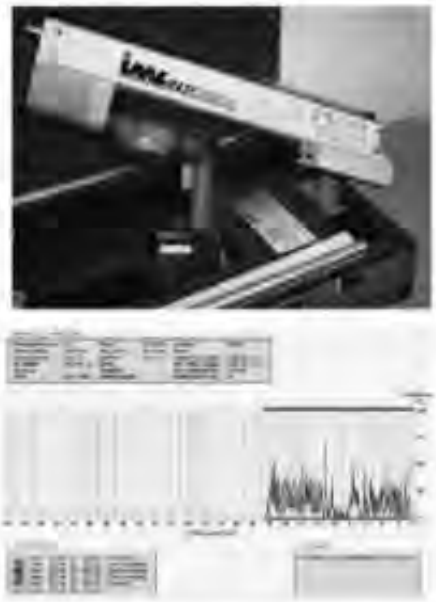
Sito della prova:
IN OPERA

Materiale oggetto di prova:
LEGNO

Costo indicativo della prova:
25 euro per elemento da investigare

METODOLOGIA DI INDAGINE

La misura della resistenza opposta dal legno alla perforazione di un ago sottile (3 mm), permette di individuare le variazioni di densità tra legno sano e legno decomposto ed avere la possibilità di valutare le sezioni resistenti residue. Lo strumento, resistigraph, fornisce dei grafici che, opportunamente interpretati, permettono di individuare le zone degradate non direttamente visibili.



DATI DA RILEVARE

Resistenza alla perforazione di elementi in legno, sottoforma di grafici che permettono di individuare, per comparazione, le zone deboli o degradate rispetto a quelle sane.

OBIETTIVI DELL'INDAGINE

Obiettivo è l'individuazione di parti lignee non direttamente visibili, soggette ad attacco biotico. Esempio tipico di applicazione è l'investigazione delle zone d'attacco tra trave (o catena) con il paramento murario.

VOCE DI CAPITOLATO

Esecuzione di indagine non distruttiva su elementi lignei con utilizzo di penetrometro da legno, previo rilievo dettagliato della reale geometria e della presenza di nodi cipollature o lesioni.

Fig. 10: Indagine penetrometrica su elementi in legno.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

	METODOLOGIA DI INDAGINE Attraverso la misura della propagazione delle onde ultrasonore nel legno è possibile ottenere informazioni circa lo stato interno dell'elemento indagato. Sapendo quale può essere la velocità di attraversamento in una zona non affetta da alterazioni è possibile valutare la presenza di anomalie interne.
Nome della prova: **VALUTAZIONE DELLE VELOCITA' ULTRASONORE PER ELEMENTI LIGNEI**	
Caratteristica della prova: **NON DISTRUTTIVA** *Sito della prova:* **IN OPERA** *Materiale oggetto di prova:* **LEGNO**	
Costo indicativo della prova: **25 euro per punto di misura**	**DATI DA RILEVARE** Al fine di individuare possibili anomalie è necessario misurare la velocità di propagazione delle onde sonore e l'amplificazione massima del segnale recepito.
	OBIETTIVI DELL'INDAGINE Individuazione di anomali in elementi in legno quali fenditure, fessure o attacchi biotici per elementi in legno massiccio, zone incollate male o difetti locali per elementi in lamellare.
	VOCE DI CAPITOLATO Esecuzione di misure di velocità su elementi in legno massiccio o lamellare per l'individuazione di eventuali anomalie significative.

Fig. 11: Indagine sonica su elementi in legno.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

3.2.3 Elaborazione ed interpretazione delle prove di tipo NDT.

Quando gli edifici sono soggetti ad azioni perturbatrici, che alterano il regime di equilibrio instaurato, oltre certi limiti, sulla struttura si determinano dei dissesti statici; tali dissesti più o meno importanti, sono annunciati da manifestazioni caratteristiche dette lesioni. I complessi edilizi soggetti a dissesto, che tendono a raggiungere nuove condizioni di equilibrio e stabilità, possono essere monitorati, previo rilievo del quadro fessurativo esistente, per seguire l'evoluzione dello stato di sofferenza e per scongiurare possibili situazioni di pericolo.

Le informazioni contenute nel quadro fessurativo esistente e cioè il tipo di progressione presente, come pure la dislocazione e la geometria delle fessure, possono essere utilizzate con duplice finalità. In particolare mediante attenta osservazione e monitoraggio è possibile garantire in piena sicurezza l'uso dell'immobile prima di interessarlo da interventi di rinforzo strutturale, inoltre dallo studio delle progressioni si può capire se i movimenti in atto evolvono verso condizioni di equilibrio vicine e stabili.

Lo studio invece della morfologia del quadro fessurativo, della geometria e della dislocazione sulle membrature portanti consente di risalire alle cause che lo hanno prodotto e di mirare al meglio gli interventi di consolidamento.

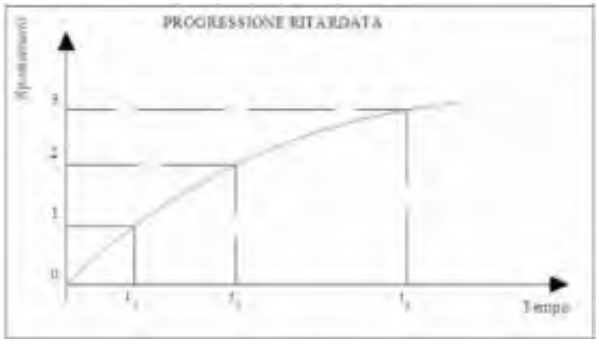
Dei fenomeni fessurativi è necessario studiare il progredire delle lesioni nel tempo per conoscere le caratteristiche della loro evoluzione, cioè la cosiddetta progressione.

Se la progressione è nulla, il moto è estinto e il complesso attraverso il cedimento, ha raggiunto la sua nuova posizione di equilibrio.

Se la progressione non è nulla, il sistema è indotto in moti ulteriori, con incrementi fessurativi e deformativi, nella ricerca di una nuova condizione di equilibrio.
Sulle strutture è possibile identificare di solito tre diversi tipi di progressione:

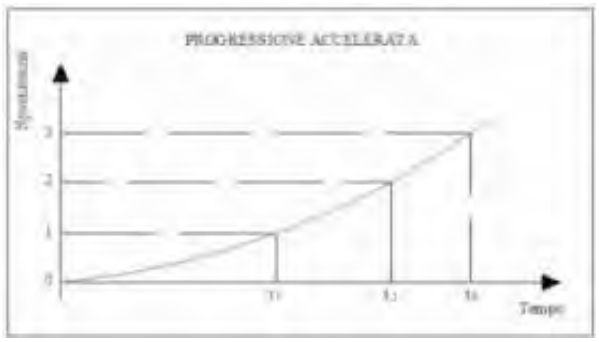
Progressione ritardata

La progressione ritardata è caratterizzata da manifestazioni sempre più attenuate nel tempo, che tendono ad estinguersi per lo stabilirsi di una situazione di equilibrio definitivo *(Fig. 12)*.



Progressione accelerata

La progressione accelerata è caratterizzata dall'accentuarsi nel tempo delle manifestazioni di fatiscenza, che inducono la struttura verso stati di equilibrio sempre più precari e talvolta irrealizzabili *(Fig. 13)*.



Progressione costante

La progressione costante, è caratterizzata dall'uniforme sviluppo nel tempo delle manifestazioni di fatiscenza che si risolvono o in moti di progressione ritardata o in moti di progressione accelerata *(Fig. 14)*.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Quando il livello di approssimazione deve essere migliore, ed in particolare quando la situazione di dissesto sotto osservazione è molto impegnativa per cui è necessario rilevare anche gli spostamenti più piccoli si ricorre all'uso del deformometro.

Il deformometro è uno strumento di misura, che consente letture di spostamenti relative a cavallo di fessure utilizzando basi da 50 a 2000 mm.E' costituito *(Fig. 15)* da una barra invar alle cui estremità sono montate due testine munite di punte coniche.

Una delle testine è fissa, mentre l'altra è libera di effettuare una certa rotazione attorno ad uno speciale coltello.

Le letture vengono effettuate posizionandosi su dei capisaldi in acciaio inox *(Fig. 16)*, applicati sui bordi delle fessure con l'ausilio delle dime in dotazione e con un idoneo adesivo.

Le letture indicate sul micrometro, si riferiscono al movimento della testina ruotante conseguente all'eventuale spostamento dei capisaldi a causa delle deformazioni; queste vanno raffrontate ai valori iniziali di zero.

La rilevazione periodica delle distanze, effettuata ad intervalli temporali, legati al tipo di dissesto ed al tipo di struttura in esame, consente di tracciare dei diagrammi di spostamento, utili a riconoscere il tipo di progressione in atto. Nelle figure 17 e 18 sono riportati a titolo di esempio i grafici degli incrementi di spostamento per ogni intervallo e lo spostamento complessivo al generico tempo t.

Come è possibile osservare dal diagramma dove sono riportati gli incrementi di spostamento, il fenomeno in questo caso manifesta una distribuzione dei valori con andamento a campana in cui, ad una fase di crescita è

Fig. 15: Deformometro.

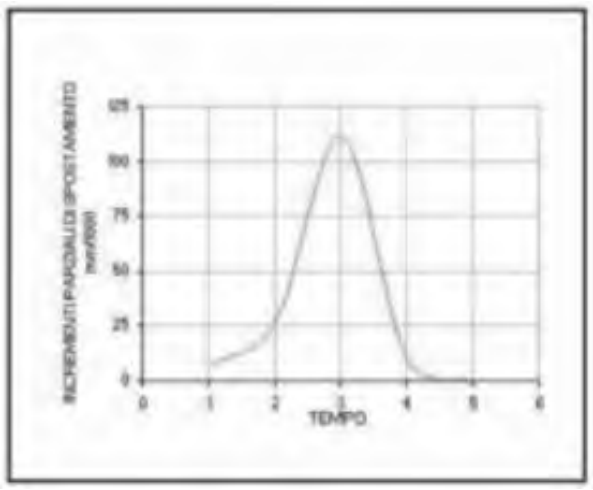


Fig. 17: Incrementi di spostamento.

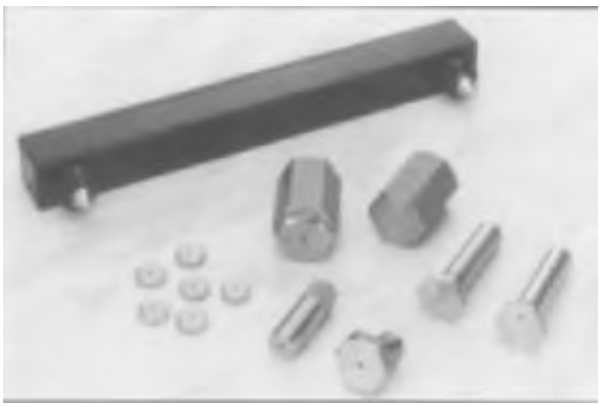


Fig. 16: Caposaldi in acciaio e base di misura.

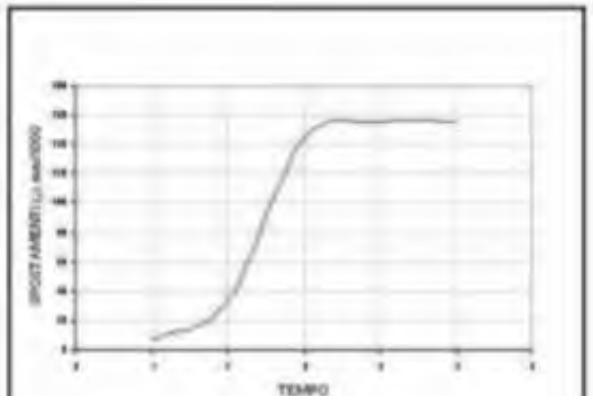


Fig. 18: Spostamento complessivo.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

seguita una stabilizzazione, quindi una riduzione degli spostamenti fino ad esaurimento.

Dal grafico relativo alle sommatorie degli spostamenti si evince che il fenomeno è legato ad una progressione ritardata, infatti lo spostamento evidenzia dopo un certo tempo una crescita zero e quindi in generale il raggiungimento di una condizione di equilibrio stabile, da parte del complesso posto sotto osservazione.

Ovviamente l'analisi qui presentata per una base di misura dovrà essere estesa su un insieme di punti rappresentativi dello stato di dissesto in esame.

3.3 La fase di gestione ed interpretazione dei dati.

Parallelamente, è stato affrontato il problema della **gestione e della elaborazione dei dati raccolti** durante le fasi di indagine preliminare al fine di 1) permettere una organizzazione sistematica e una agevole consultazione dei dati; 2) ottenere le desiderate valutazioni sintetiche sullo stato di degrado e sulla sicurezza delle strutture, ed avere inoltre delle indicazioni sui passi successivi da compiere (scegliere le metodologie di prova da adottare; classificare/selezionare le zone sottoporre ad indagine accurata, programmare il piano di indagini).

L'elemento unificante del progetto di ricerca è il Sistema Informativo Architettonico dell'edificio. Dunque, la gestione delle procedure di diagnostica (preliminare/speditiva e di dettaglio), di valutazione e di definizione delle linee guida per l'intervento è stata strutturata in accordo a tale logica.

La scheda cartacea compilata sul campo è stata pertanto tradotta in un formato database compatibile con il software utilizzato per il Sistema Informativo Architettonico (Microsoft Access). Nel database sono stati inseriti, innanzitutto, gli **abachi delle tipologie strutturali** presenti (murature, solai, volte, orizzontamenti, ...) e dei **livelli di danno** richiamati nelle schede (tramite il codice alfanumerico associato alla tipologia o al grado di danno), corredati di descrizioni grafiche e fotografiche. Successivamente sarà inserito anche un abaco degli interventi di consolidamento da associare all'elemento strutturale in funzione dei livelli di danneggiamento riscontrati e della tipologia specifica.

È bene ricordare, come già sottolineato in precedenza, che lo scopo della procedura diagnostica sulle strutture che si sta affrontando (in particolar modo nella prima fase) non quello di pervenire ad una dettagliata classificazione tipologica degli elementi strutturali (sulla base delle caratteristiche specifiche dei materiali e della loro combinazione) e alla descrizione minuziosa della distribuzione delle tipologie dei vari elementi costruttivi ai vari piani (approccio di tipo descrittivo). Ciò può condurre infatti ad un eccessivo appesantimento delle fasi di ispezione e rilievo preliminare, e ad una minore affidabilità del dato. La presenza di un grande numero di tipi costruttivi, l'estrema variabilità di tipi e tecniche costruttive all'interno dello stesso edificio, la presenza di tipologie "esteticamente" simili - e dunque classificate come uguali - con comportamento meccanico diverso, sono tutti elementi che possono facilmente condurre ad errori sistematici, difficoltà di interpretazione, e in ogni caso richiedono una fase temporale molto prolungata da parte degli operatori. Queste difficoltà sono del resto state ben identificate e sperimentate sul campo per quanto riguarda il problema delle indagini di vulnerabilità nell'emergenza post-sismica.

In questa sede interessa formulare un giudizio sulla vulnerabilità dei diversi tipi costruttivi e dei relativi comportamenti meccanici attesi (che, a fronte delle innumerevoli varietà tipologiche di uno stesso elemento strutturale, possono essere efficacemente sintetizzati in un numero limitato di **classi -> approccio comportamentale**).

Pertanto, lo spirito con cui sono stati definiti gli abachi è quello di operare una sintesi ragionata e mirata, in modo da semplificare non solo la fase di rilevazione ed interpretazione, ma anche di migliorare e rendere più affidabile la fase di elaborazione dei dati ed emissione del giudizio finale.

Nelle figure successiva sono riportati gli abachi che sono stati così definiti e implementati nel database (il formato "report" di visualizzazione è generato automaticamente dal

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

programma): 1) abaco delle murature; 2) abaco degli orizzontamenti; 3) abaco dei livelli di danno.

A conclusione di ciascuno dei livelli di approfondimento del processo diagnostico (indagini speditive preliminari/indagini di dettaglio e strumentali) vi è la fase di *elaborazione ed interpretazione* dei dati raccolti, che consente di emettere un giudizio sintetico sullo stato di "salute" strutturale dell'edificio (giudizio di agibilità/vulnerabilità nel caso delle indagini preliminari di base; livello di danneggiamento, valutazione della capacità resistente residua, verifica statica del livello di sicurezza della struttura e delle sue parti nel caso delle indagini di dettaglio).

Sulla scorta delle indicazioni che emergono, vengono anche individuati (con riferimento alle tecniche e alle metodologie più appropriate ai dissesti rilevati e ai tipi costruttivi specifici) gli eventuali interventi di riparazione, rafforzamento o sostituzione necessari.

È evidente come soprattutto nella fase preliminare (ma anche in quelle di dettaglio), il procedimento di valutazione è fortemente fondato su giudizi e valutazioni qualitativi espressi dai tecnici. Queste informazioni espresse sotto forma di "variabili linguistiche" vanno poi incrociate e completate con i dati di tipo qualitativo rinvenienti dalle prove e dalle misurazioni.

I giudizi e le valutazioni umani sono per loro natura caratterizzate da un grado di "aleatorietà" notevole, sono spesso incerte, ambigue ed opinabili: affermare che lo stato di danneggiamento di un elemento strutturale è "elevato", o piuttosto "molto elevato" è spesso solo una questione di punti di vista.

Tuttavia, occorre ricordare che le stesse metodologie di prova sono tutt'altro che certe, anzi, sono caratterizzate da un livello di incertezza fisiologico, a cui si va ad aggiungere errori di ogni tipo a seconda delle modalità e delle con-

Interpretazione dei dati
Noti schema strutturale, materiali, carichi si individuano le zone più sollecitate
Noto il quadro fessurativo, si individuano le cause e la natura
Modello
"Valutazione dello stato di consistenza dell'immobile".
Il confronto con la situazione iniziale fornisce un indice del degrado o del dissesto della struttura
Si individuano le linee di intervento sulle strutture

Fig. 19: Gestione ed interpretazione dei dati.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

dizioni in cui vengono eseguite le prove, del grado di affidabilità dei modelli utilizzati per descrivere e calcolare, della mancanza/incompletezza di dati.

In effetti, sia i dati qualitativi che quelli "oggettivi" sono di estrema importanza, e alla luce delle considerazioni svolte, l'esperienza, la competenza ed il bagaglio di conoscenza dei tecnici chiamati ad effettuare la diagnostica strutturale rappresentano un patrimonio umano prezioso e irrinunciabile ai fini della lettura dell'edificio e dell'interpretazioni dei risultati delle prove sperimentali.
Ed è bene tenere sempre presente che, invece di impegnare risorse, tempo ed energie per quantificare e rendere precisa una valutazione di danneggiamento e degrado strutturale, è spesso preferibile essere in grado di fornire un'indicazione sommaria, e mettere rapidamente al sicuro persone e cose.

La valutazione dello stato di danneggiamento come delineata nella impostazione operativa del lavoro è stata sintetizzata in due fasi: A) valutazione preliminare; B) valutazione estensiva.

La prima, più speditiva, è in grado di fornire una valutazione sommaria complessiva dello stato dell'edificio, e di stabilire la necessità o meno di procedere ad interventi di riparazione e consolidamento e ad indagini più costose ed approfondite. Occorre però definire dei criteri per ricavare tale valutazione sulla base dei dati raccolti. Se nelle valutazioni di vulnerabilità di primo livello l'espressione del giudizio rimane affidata al giudizio dell'"esperto", per quanto riguarda le indagini speditive di secondo livello (e successivamente, quando tutta la procedura di analisi sarà stata portata a termine, per la fase di indagine di dettaglio), si ritiene opportuno definire delle "*regole*" che consentono di definire il giudizio sintetico a partire dai dati raccolti localmente. Inoltre, a tal fine, è possibile sfruttare il formato database della scheda per ottenere automaticamente (con delle macro definite dall'esterno) i livelli di danno e vulnerabilità in maniera gerarchica, a partire dai livelli *locali* più bassi (parete -> vano -> piano) fino a giungere ad un giudizio sintetico complessivo.

A ciascuna parete, ad esempio, sono associati i dati relativi a:

- Tipologia strutturale e costruttiva (per macro classi individuate secondo gli abachi) degli elementi portanti verticali ed orizzontali;
- Estensione ed intensità dei quadri fessurativi sugli elementi "parete" (per classificazione del danno secondo i livelli implementati nel database);
- Carenze strutturali ed indicatori di vulnerabilità (classificazione secondo abaco).

Mediante un insieme di regole del tipo *if -> then* (ad esempio: if Classe muratura = C1 *and* danno = lieve *then* Danno parete = lieve) predefinite è possibile stimare il livello di danno di ogni vano come risultato delle condizioni degli elementi che lo costituiscono (pareti+solaio).
Analogamente, è possibile ottenere gli indicatori di danno e vulnerabilità per un intero piano o per l'intero edificio.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

3.4 Applicazione al caso di studio: Palazzo Sylos Vulpano a Bitonto.

3.4.1 Applicazione della Scheda AeDes di Primo Livello.

Nella fase preliminare di lavoro, si è deciso di applicare la scheda AeDES di primo livello all'edificio oggetto di studio. Pur non essendo il caso di studio relativo ad una emergenze post-sismica (non era quindi interesse primario quello di ottenere un giudizio di agibilità sull'immobile) le schede AeDES, come evidenziato nelle precedenti considerazioni, consentono di ottenere una utile visione sintetica, evidenziando gli indicatori di vulnerabilità ed il quadro di danno sommario e acquisendo una idea generale sullo dello stato di consistenza dell'edificio.

3.4.2 Applicazione della Scheda AeDes di Secondo Livello.

Successivamente, si è elaborata una scheda di indagine di *secondo livello*, destinata ad una più accurata analisi di vulnerabilità e stima del danno e si è poi ulteriormente proceduto ad ispezioni più accurate (in accordo al protocollo di indagine).
Confrontando i risultati parziali ottenuti, è possibile verificare la coerenza dei diversi livelli di investigazione e la significatività dei risultati ottenuti attraverso l'indagine speditiva.

3.4.3 La campagna di indagini sperimentali e l'applicazione del protocollo di diagnostica.

Sono stati affrontati sequenzialmente i passi previsti dal protocollo, elaborando gli strumenti necessari, applicandoli al caso di studio e quindi tarando a posteriori la procedura di indagine in accordo ai risultati ottenuti e alle nuove esigenze emerse.

3.4.3.1 *Esame della documentazione esistente e conoscenza preliminare del manufatto.*

Sono stati acquisiti gli elaborati di rilievo esistenti e quelli messi man mano a disposizione parallelamente dalle altre sezioni operative.

E' stato effettuato lo studio preliminare volto alla conoscenza tipologica e strutturale dell'edificio: in collaborazione con le altre sezioni operative sono stati effettuati il rilievo generale manuale e fotografico (con particolare attenzione all'organizzazione e ai dettagli strutturali), individuati i materiali, le tecniche costruttive e i tipi strutturali.

Per quanto riguarda la prosecuzione del protocollo procedurale, dovendo il progetto di ricerca fornire un *prototipo* completo di analisi ed intervento, si è deciso di focalizzare l'attenzione su una porzione circoscritta dell'edificio sulla quale portare a termine in maniera dettagliata ed esaustiva tutti i passi successivi su diversi tipi ed elementi strutturali tradizionali (muratura, volte, solai lignei, capriate lignee).

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

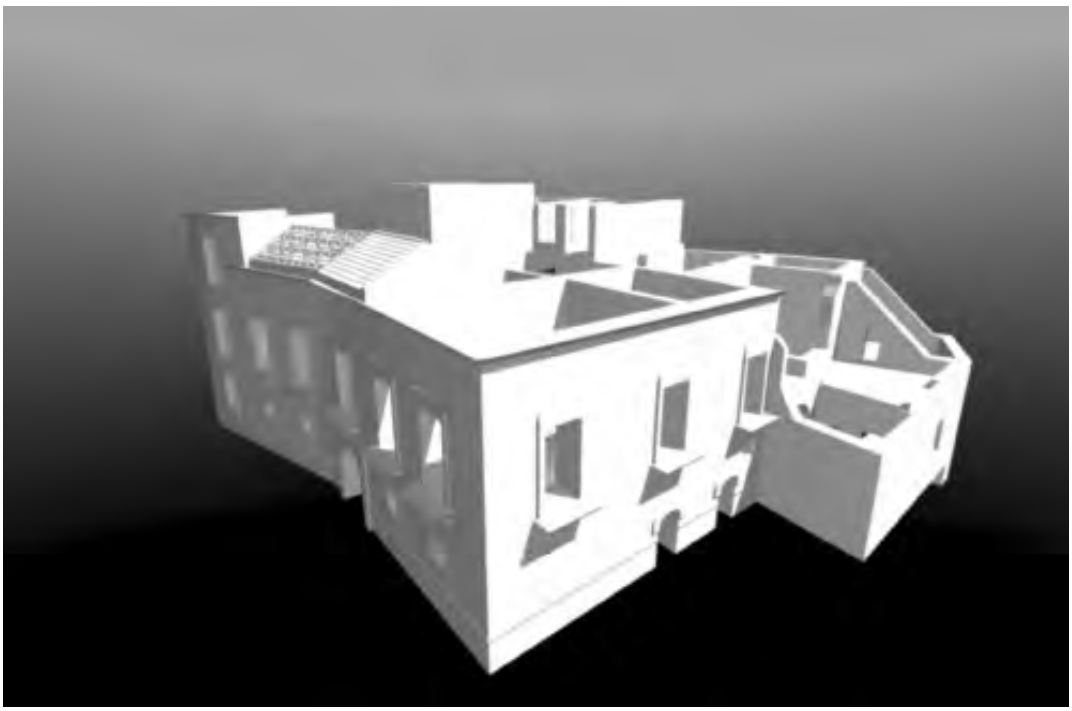


Fig. 20: Modello 3D.

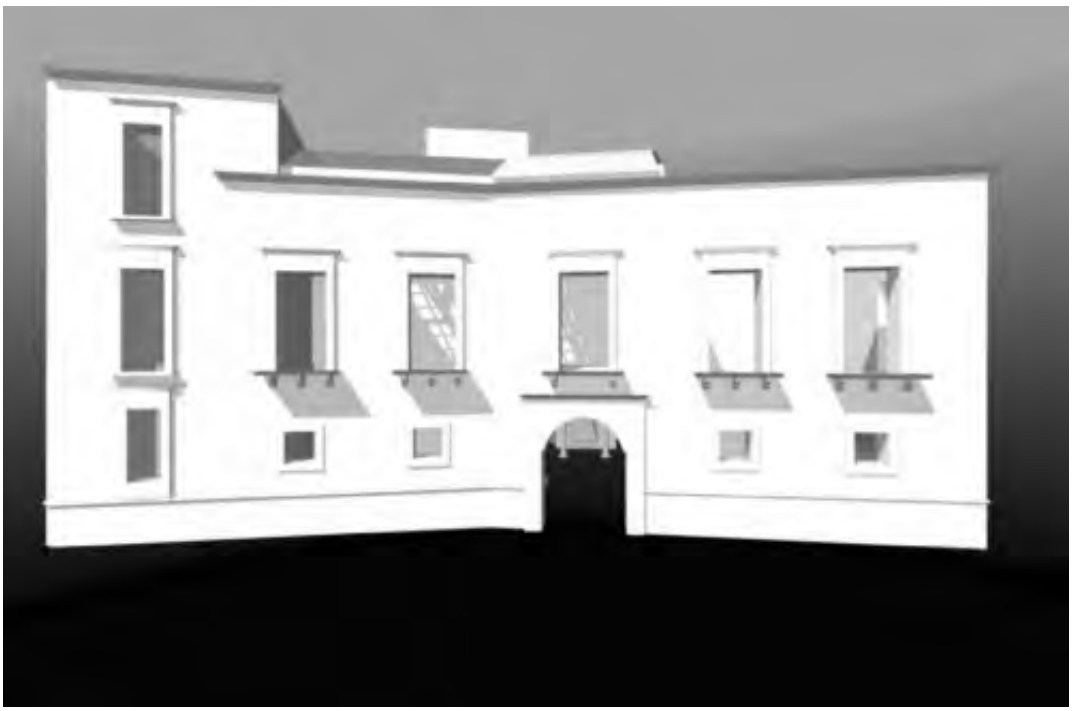


Fig. 21: Prospetto principale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

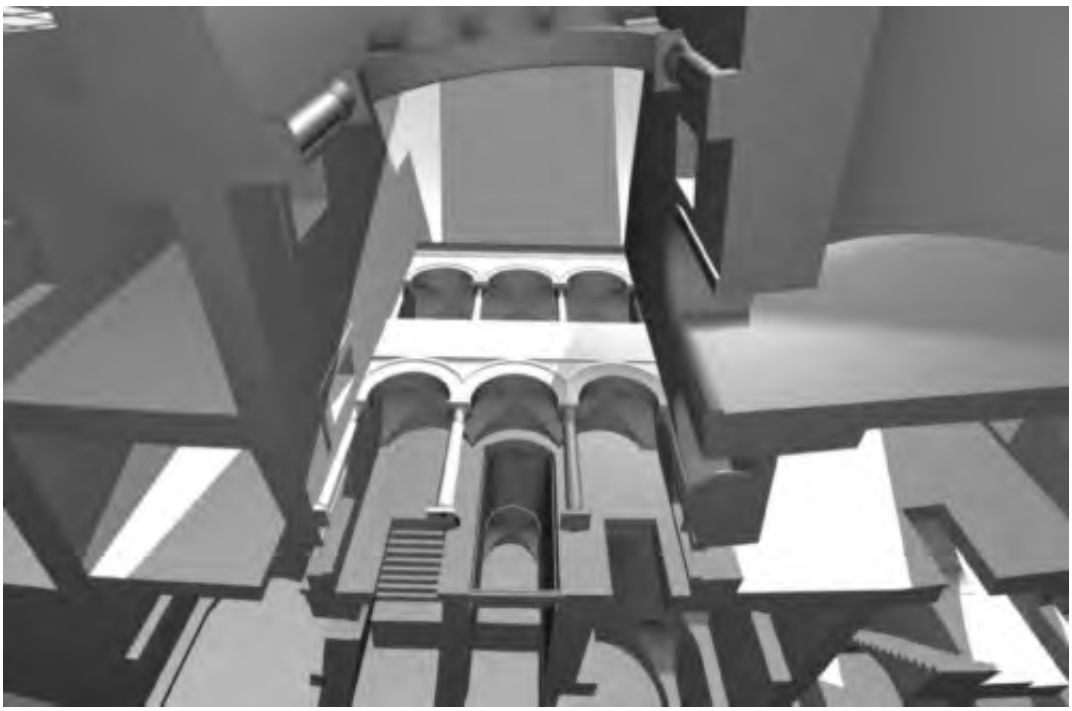


Fig. 22: Vista dal basso.

Fig. 23: Un particolare del chiostro.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

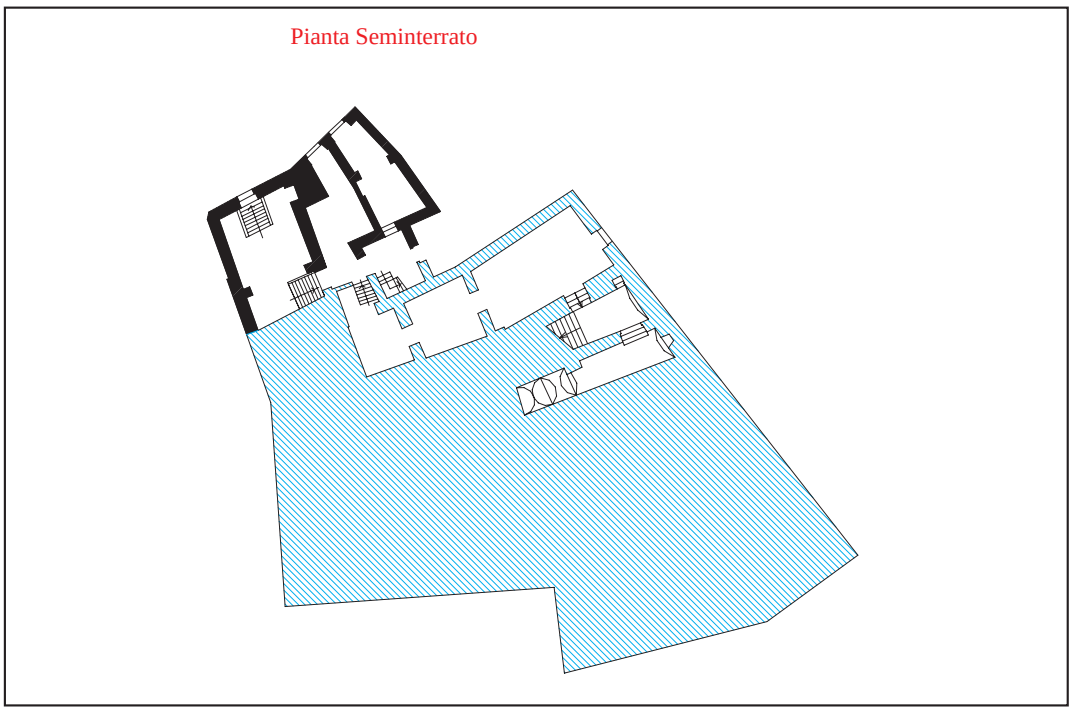


Fig. 24: Piano Interrato: porzione di edificio oggetto di studio.

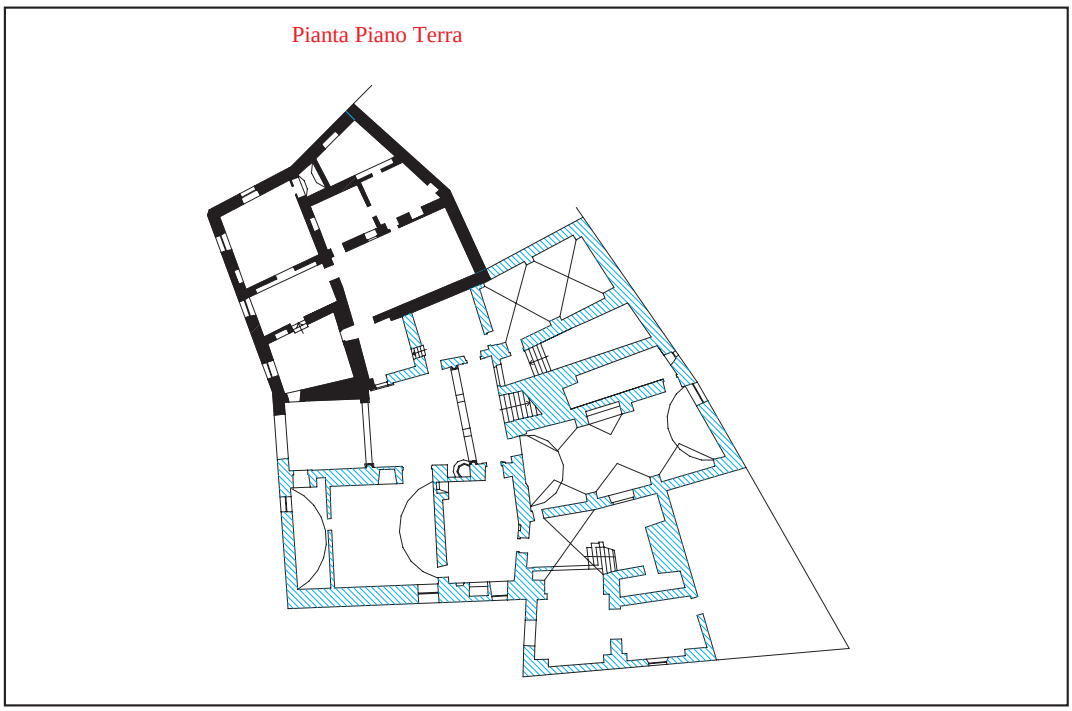


Fig. 25: Piano Terrato: porzione di edificio oggetto di studio.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

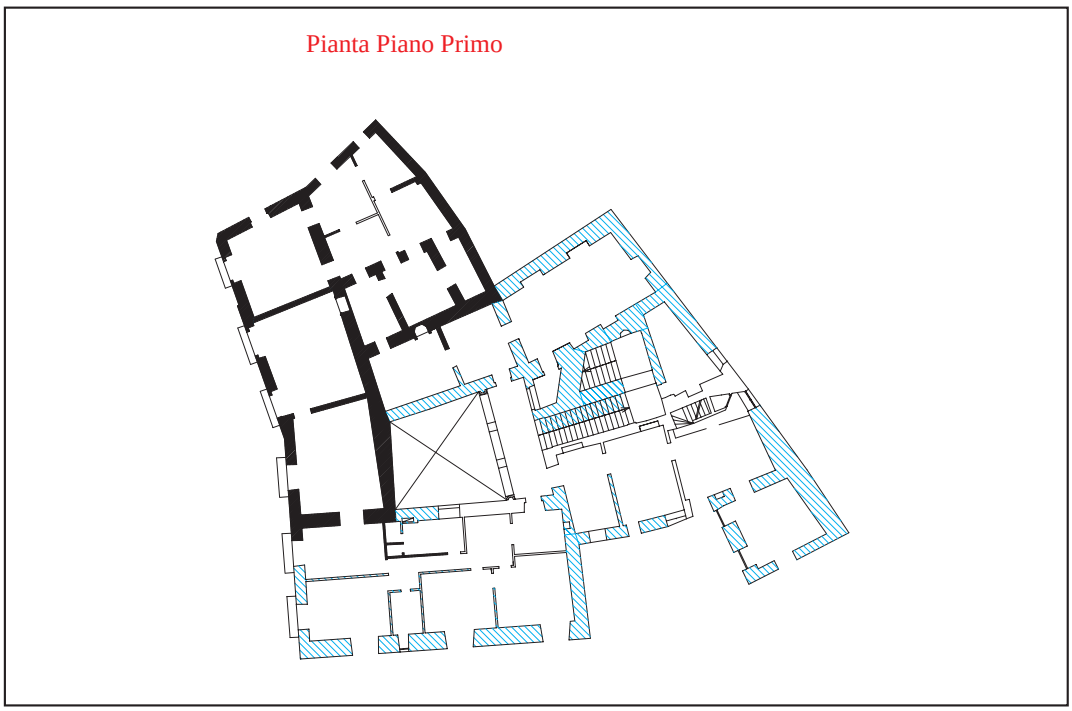


Fig. 26: Piano Primo: porzione di edificio oggetto di studio.

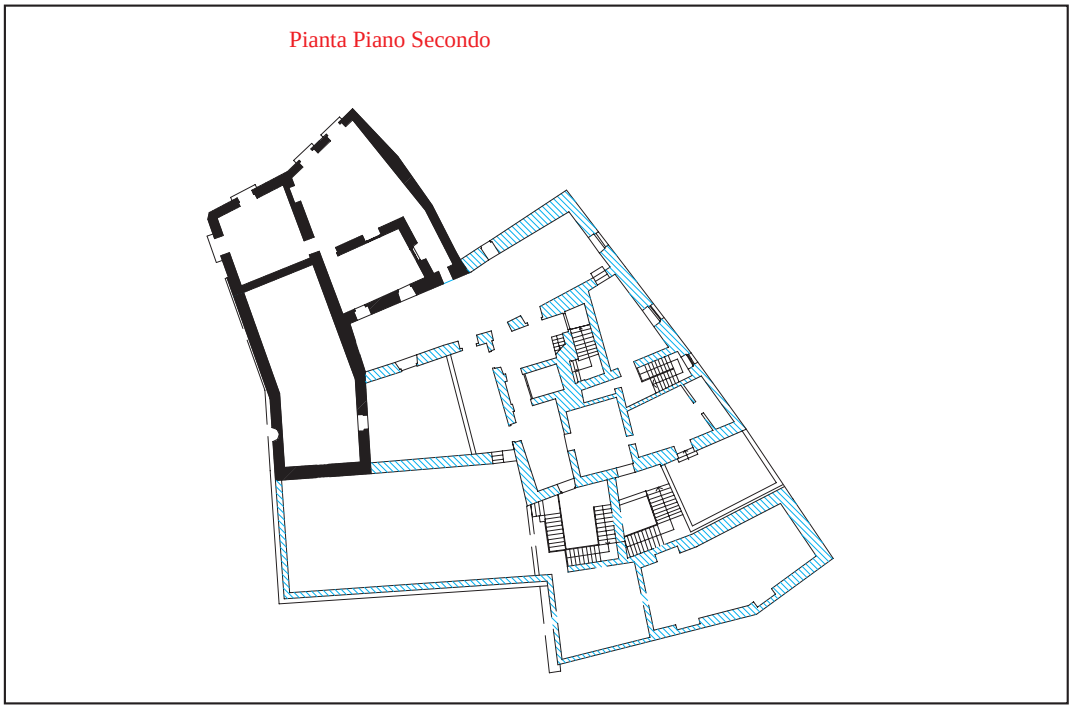


Fig. 27: Piano Secondo: porzione di edificio oggetto di studio.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 28: Gli elementi lignei della copertura nella porzione selezionata dell'edificio.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 29: Sezione 3D.

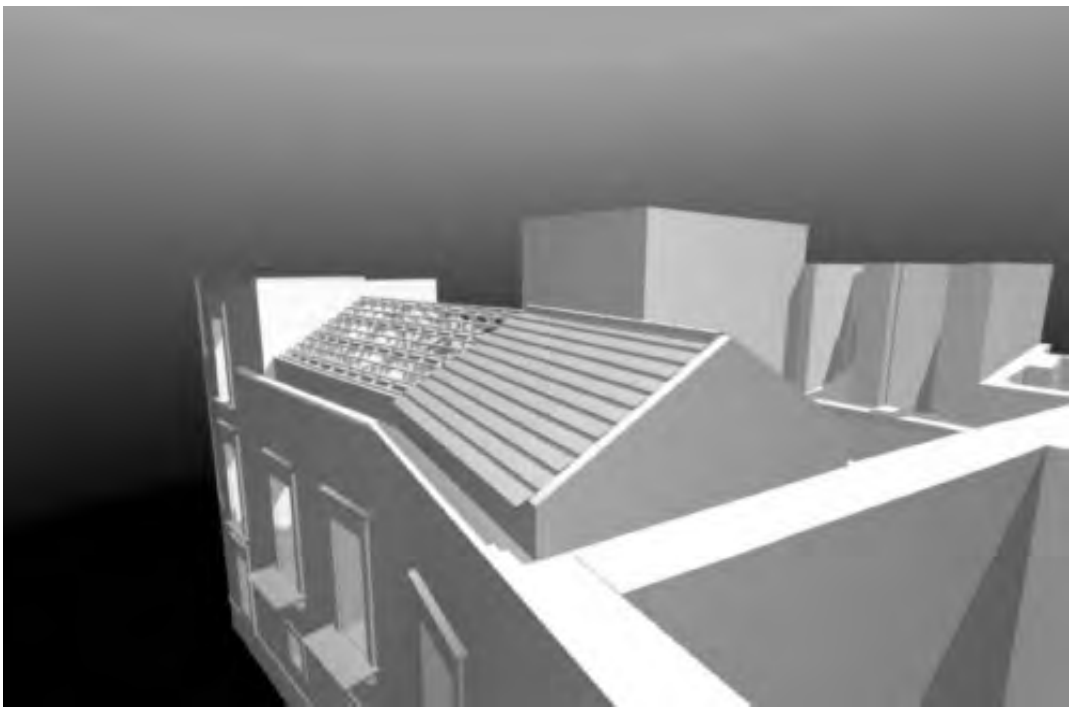


Fig. 30: Dettaglio della copertura.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 31: Volte incannucciate al primo piano della porzione dell'edificio indagata.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 32: Solai lignei al piano terra della porzione selezionata dell'edificio.

Fig. 33: Il piano interrato nella porzione selezionata dell'edificio.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

3.4.3.2 Rilievo dei quadri fessurativi e dei dissesti degli elementi strutturali.

E' stata avviata una dettagliata ispezione visiva dei quadri fessurativi (per estensione ed intensità) sugli elementi murari e dello stato di degrado generale degli altri elementi strutturali (solai lignei, capriate, solai in ferro, etc.) e degli elementi di completamento. Tutte le indagini effettuate permettono infatti non solo una conoscenza abbastanza accurata dello "stato attuale" dell'immobile da un punto di vista strutturale, ma anche la programmazione di eventuali analisi più approfondite (anche strumentali) e temporalmente prolungate, realizzazione di prelievi - anche distruttivi - per effettuare prove in laboratorio, esame più diretto degli elementi strutturali (con rimozione delle finiture).

Questi dati, oltre a essere archiviati graficamente nel sistema informativo (grazie al supporto di rilievo metrico e fotografico realizzato dagli altri gruppi), sono stati tradotti in informazioni che vanno a completare il quadro di indagine definito dalle indagini di vulnerabilità preliminare (estensione e gravità dei quadri fessurativi, ammaloramento degli elementi strutturali, delle sconnessioni locali ed altri difetti e dissesti statici, cinematismi) e la generazione del giudizio sul livello di sicurezza della struttura.

Oltre alla possibilità di "*navigare*" tematicamente ed in maniera intuitiva (grazie al riferimento cartografico) acquisendo le informazioni sullo stato di dissesto dei singoli vani ed elementi strutturali, sui meccanismi fessurativi e di collasso parziali e totali in atto, l'inserimento in formato database permette quindi di effettuare delle *query* specifiche, elaborare statistiche, grafici e ricavare informazioni sintetiche (ad esempio, giudizio di agibilità, parametri sintetici di danno alle diverse scale di osservazione - elemento strutturale, vano, piano, edificio; percentuali di pareti danneggiate al piano o sull'intero edificio, statistiche sulla diagrammi di vulnerabilità, ...).

E' stato impostato il quadro di indagine sulla porzione individuata riguardo al rilievo degli elementi strutturali. Particolare attenzione è stata riservata agli elementi lignei, sui quali si focalizzerà, nella fase finale del progetto, l'indagine diagnostica di dettaglio che prevede: determinazione delle caratteristiche dei materiali (specie legnosa, lavorazione, ...); rilievo accurato della tipologia e qualità delle connessioni; prelievo di campioni per indagini di laboratorio; valutazione dello stato di degrado sui singoli elementi, individuando quelli più compromessi: anomalie e carenze strutturali pregresse (presenza di rinforzi, elementi sostituiti...); rilievo dei dissesti strutturali di natura meccanica (fenomeni globali, fenomeni riguardanti le singole membrature o gli appoggi); sconnessioni; degrado chimico-fisico del materiale (difetti naturali, attacchi biotici).

Sugli elementi individuati è stata progettata l'esecuzione di indagini complementari di diagnostica strumentale non distruttiva da effettuarsi mediante penetrometro da legno e sistema ad ultrasuoni. Queste saranno realizzate nella fase successiva e permetteranno: la verifica dell'attendibilità delle diverse ipotesi formulate; la valutazione della capacità resistente residua - *diagnosi conclusiva* (previa opportuna elaborazione ed interpretazione dei risultati); l'individuazione degli interventi di riparazione, rafforzamento o sostituzione necessari, anche in relazione alle valutazioni ed indagini che saranno effettuate sugli altri elementi strutturale (in particolare i paramenti murari). Un altro aspetto importante riguarderà la validazione di questo tipo di indagini non distruttive grazie all'uso combinato delle due metodiche e la possibilità di mettere a punto delle curve di correlazione per la valutazione della resistenza in opera dei materiali.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

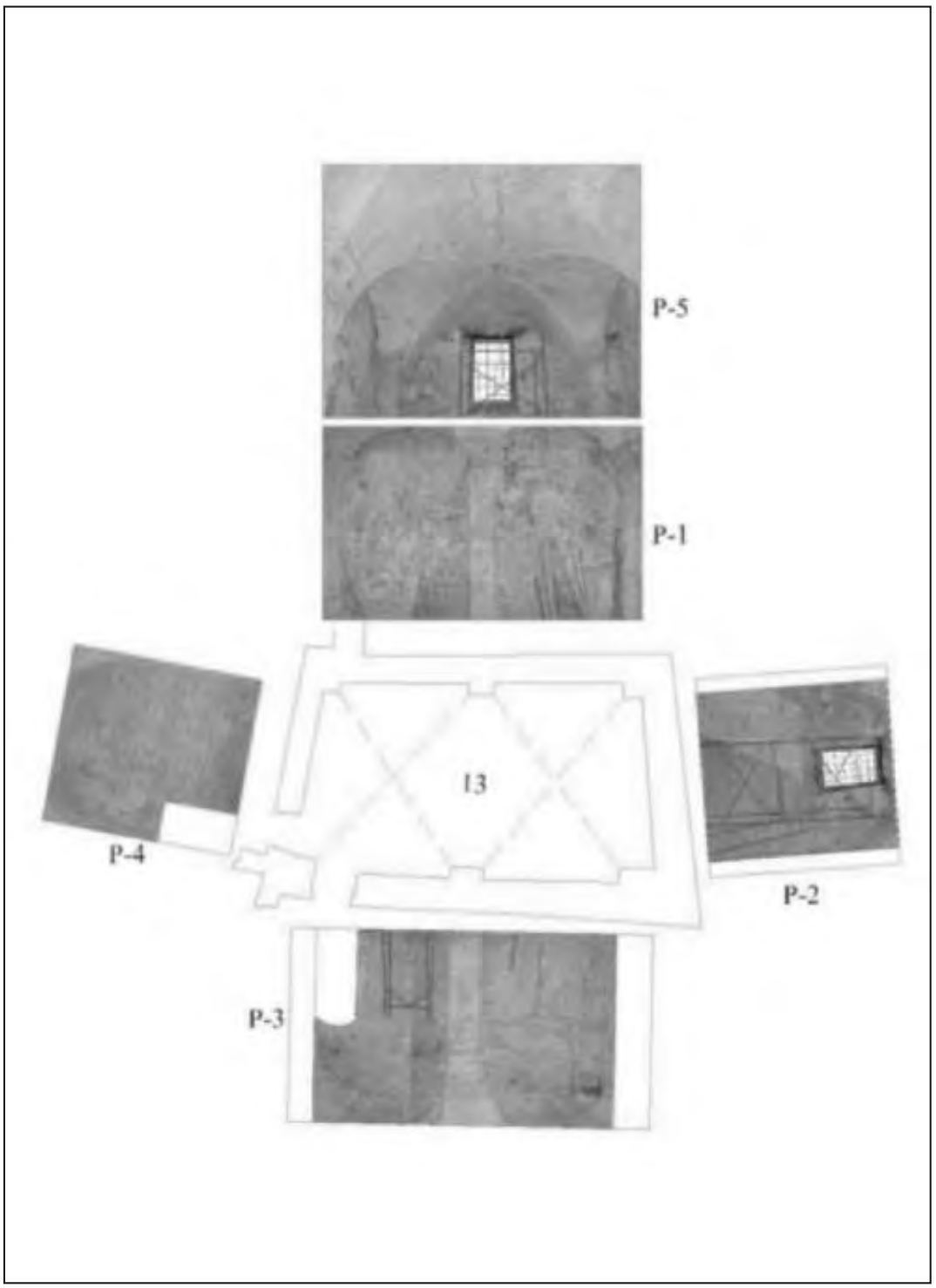


Fig. 34: Rilievo di un vano del piano terra.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 35: Rilievo di una parete.

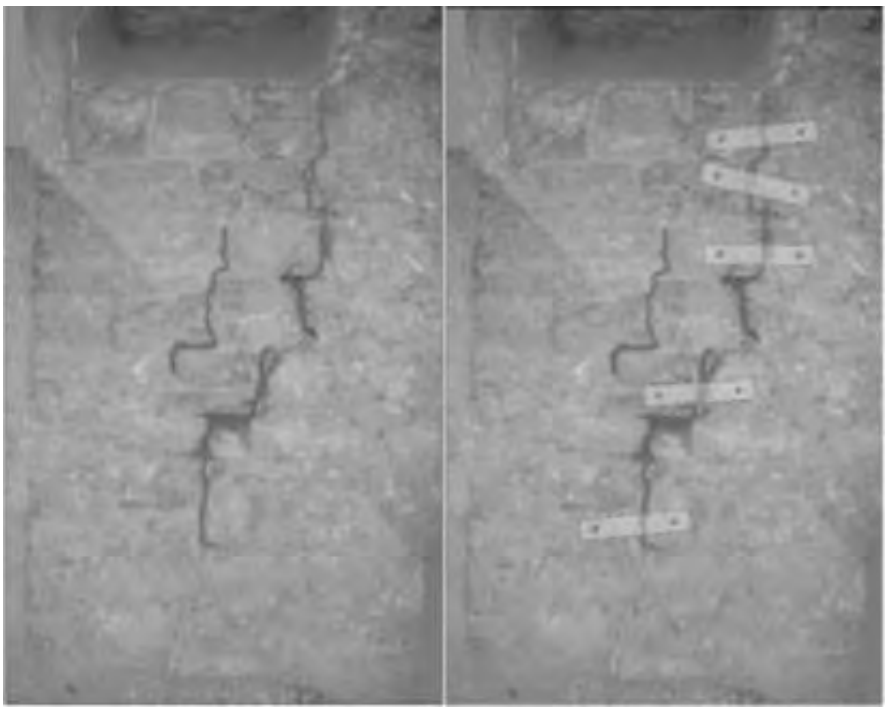


Fig. 36: Dettaglio del rilievo del quadro fessurativo e posizionamento delle basi di misura.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 37: Rilievo di una parete.

Fig. 38: Dettaglio del rilievo del quadro fessurativo e posizionamento delle basi di misura.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

3.5 Struttura e contenuti del Database e del Sistema Informativo Architettonico: uno strumento di sintesi per la valutazione della vulnerabilità e della sicurezza strutturale.

Allo scopo di esemplificare e testare la struttura del Sistema informativo e del Database ad esso associato, per quanto riguarda gli aspetti di indagine strutturale, è stato realizzato un prototipo utilizzando Arcview (esso è illustrato nelle figure successive). Esso è servito come schema di riferimento per organizzare e strutturare le diverse fasi del protocollo di indagine, i dati ed il materiale raccolto, definire nella maniera più efficace possibile la qualità e quantità dei dati necessari alla procedura diagnostica da un lato, e funzionali alla consultazione da parte dell'utente finale. Inoltre, la presenza di un prototipo guida ha permesso di testare in itinere la modalità di gestione e trasmissione dell'informazione, correggendo e modificando le procedure di raccolta, le strutture di database, archivi, etc. Questo prototipo confluirà poi nel sistema elaborato dalla Sezione Operativa preposta, ed i dati e risultati prodotti saranno poi elaborati ed implementati con il software GIS specifico, che consentirà l'ottimizzazione dell'intero processo e la realizzazione

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

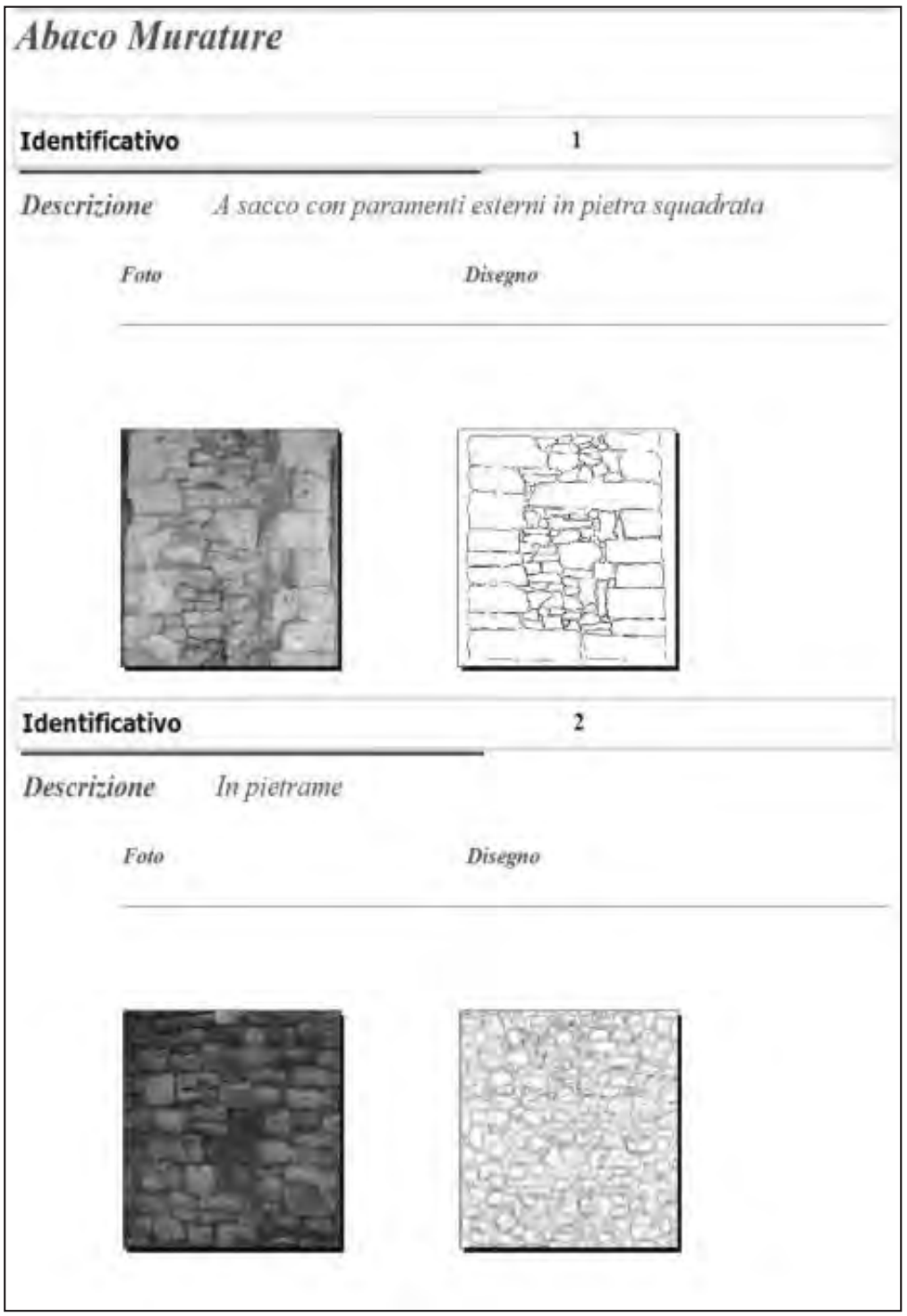


Fig. 39: Abaco delle murature implementato nel database (report MS Access): parte 1

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

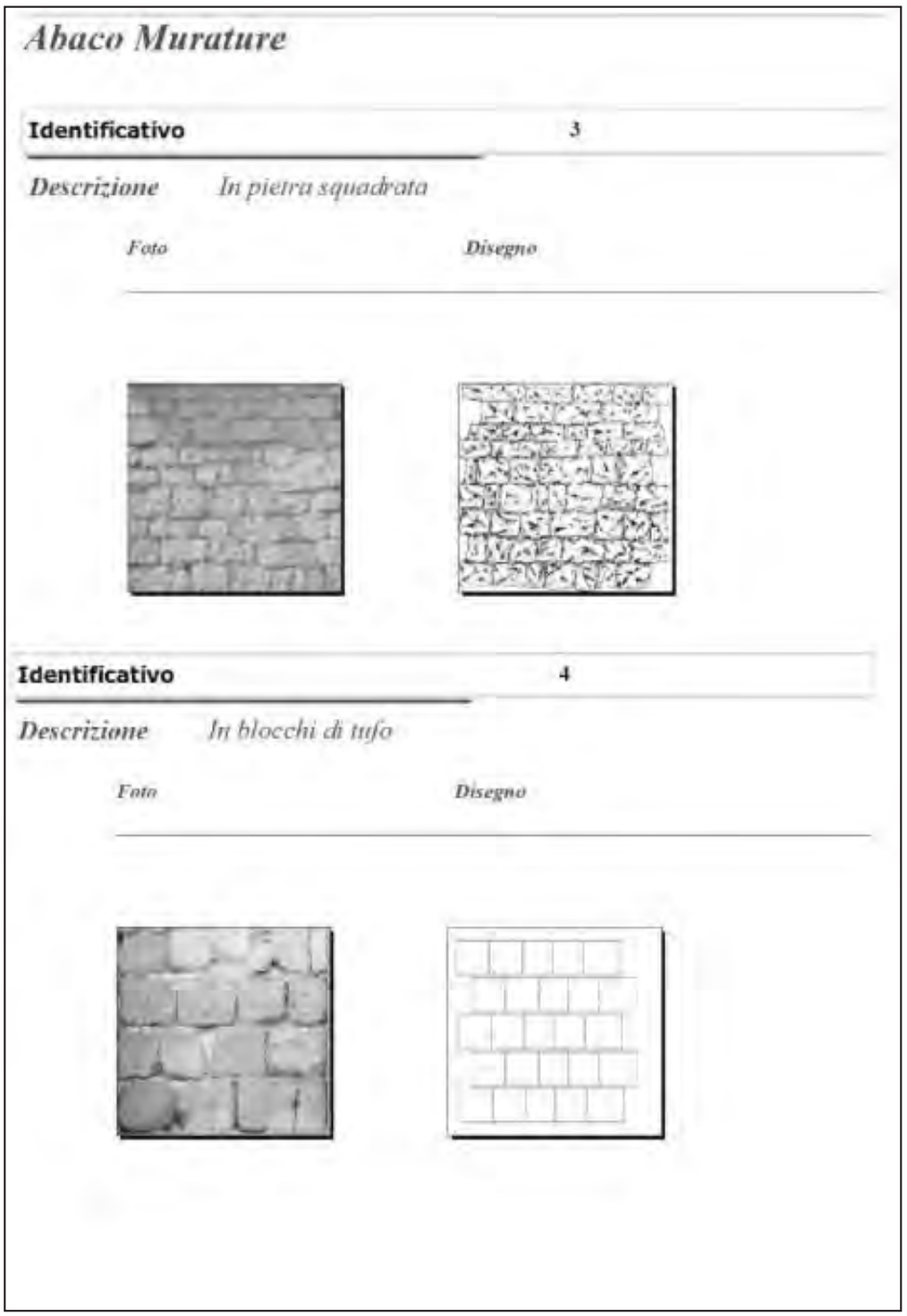


Fig. 40: Abaco delle murature implementato nel database (report MS Access): parte 2

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

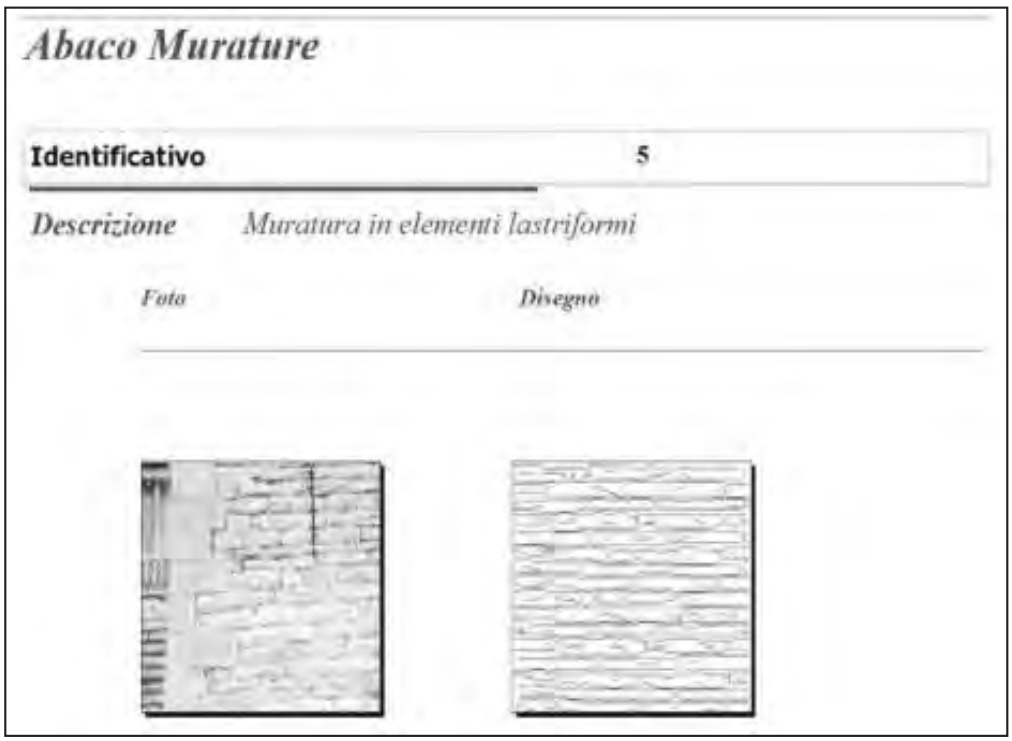


Fig. 41: Abaco delle murature implementato nel database (report MS Access): parte 3

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

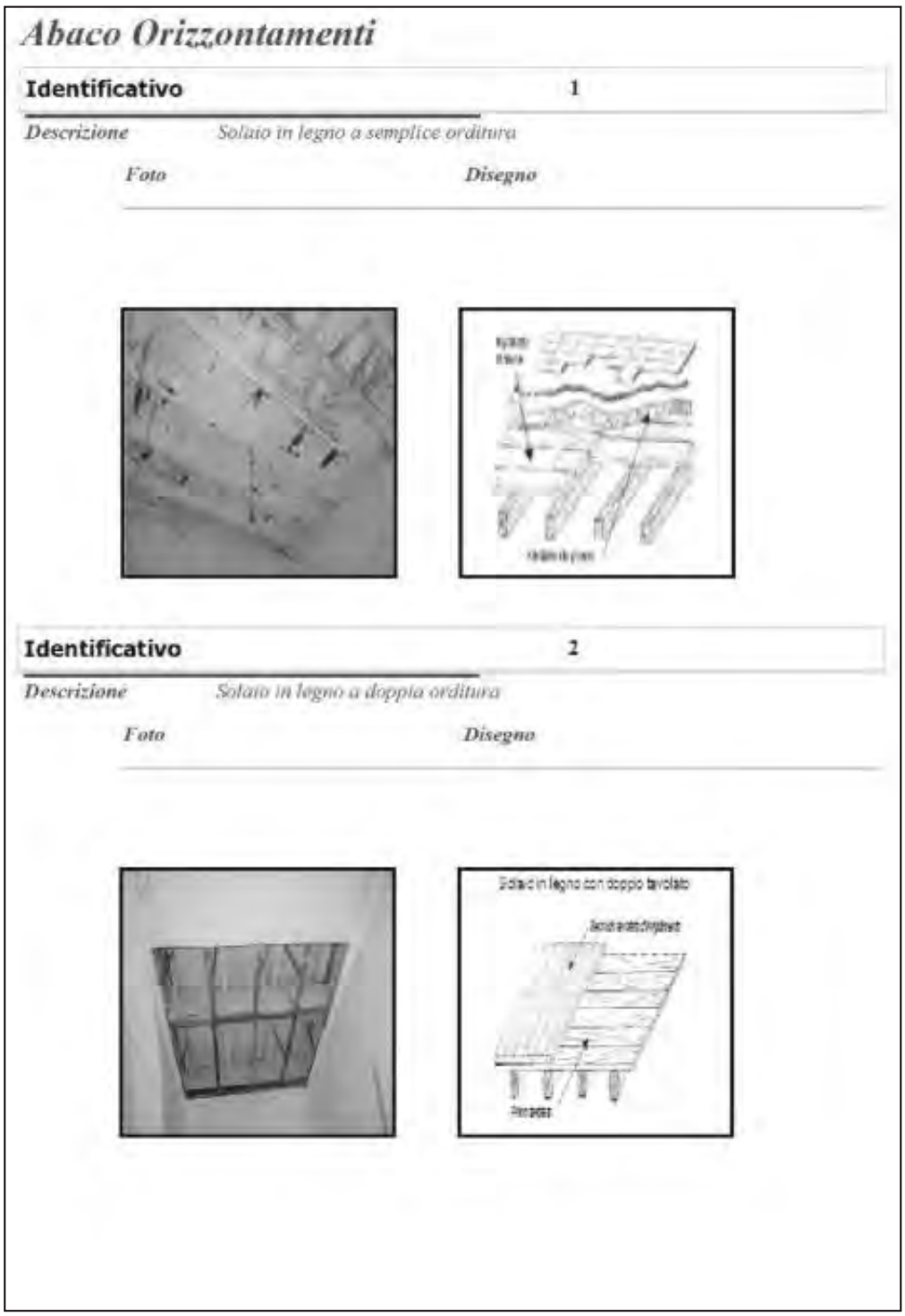


Fig. 42: Abaco degli orizzontamenti implementato nel database (report MS Access): parte 1

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

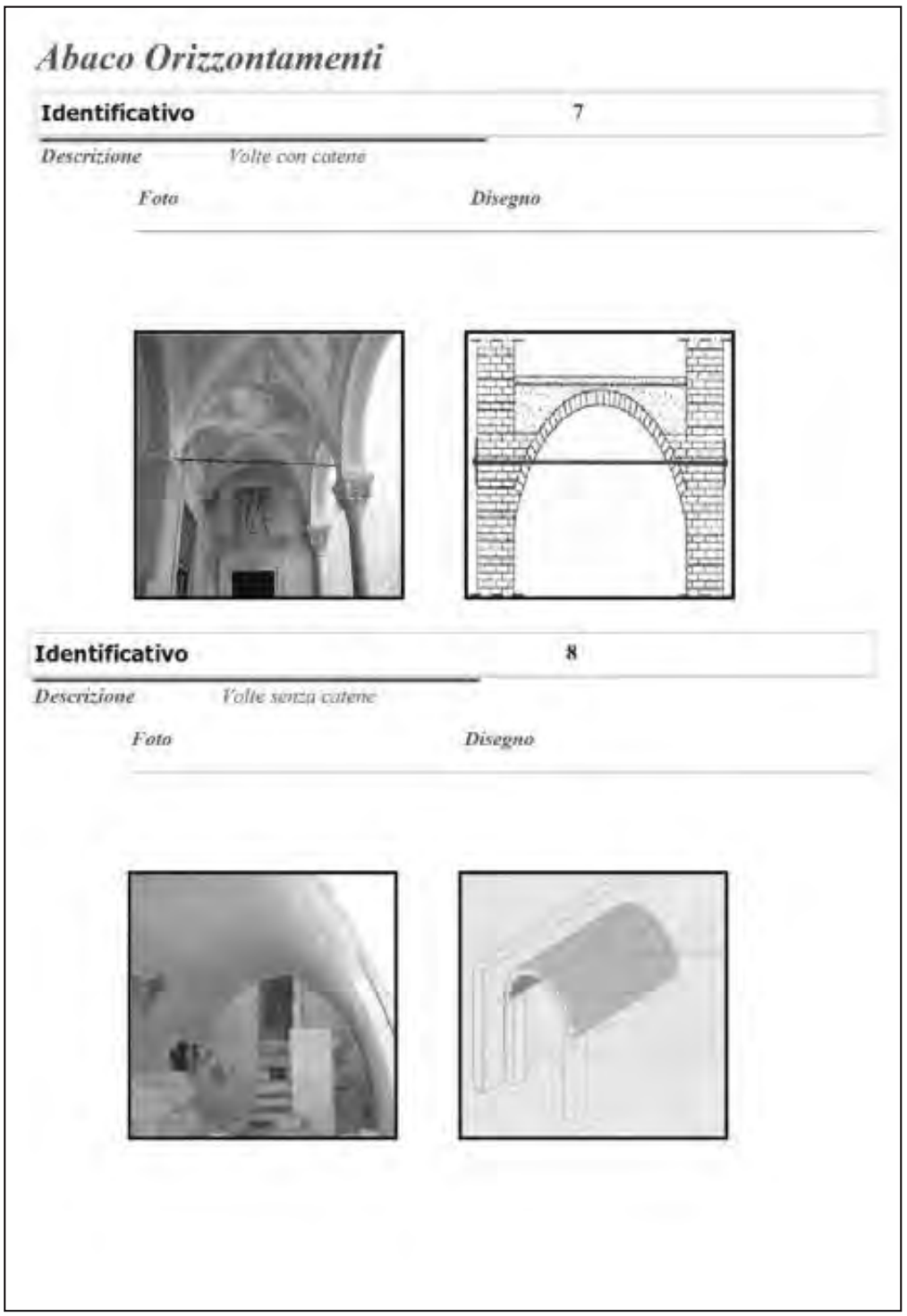


Fig. 43: Abaco degli orizzontamenti implementato nel database (report MS Access): parte 2

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

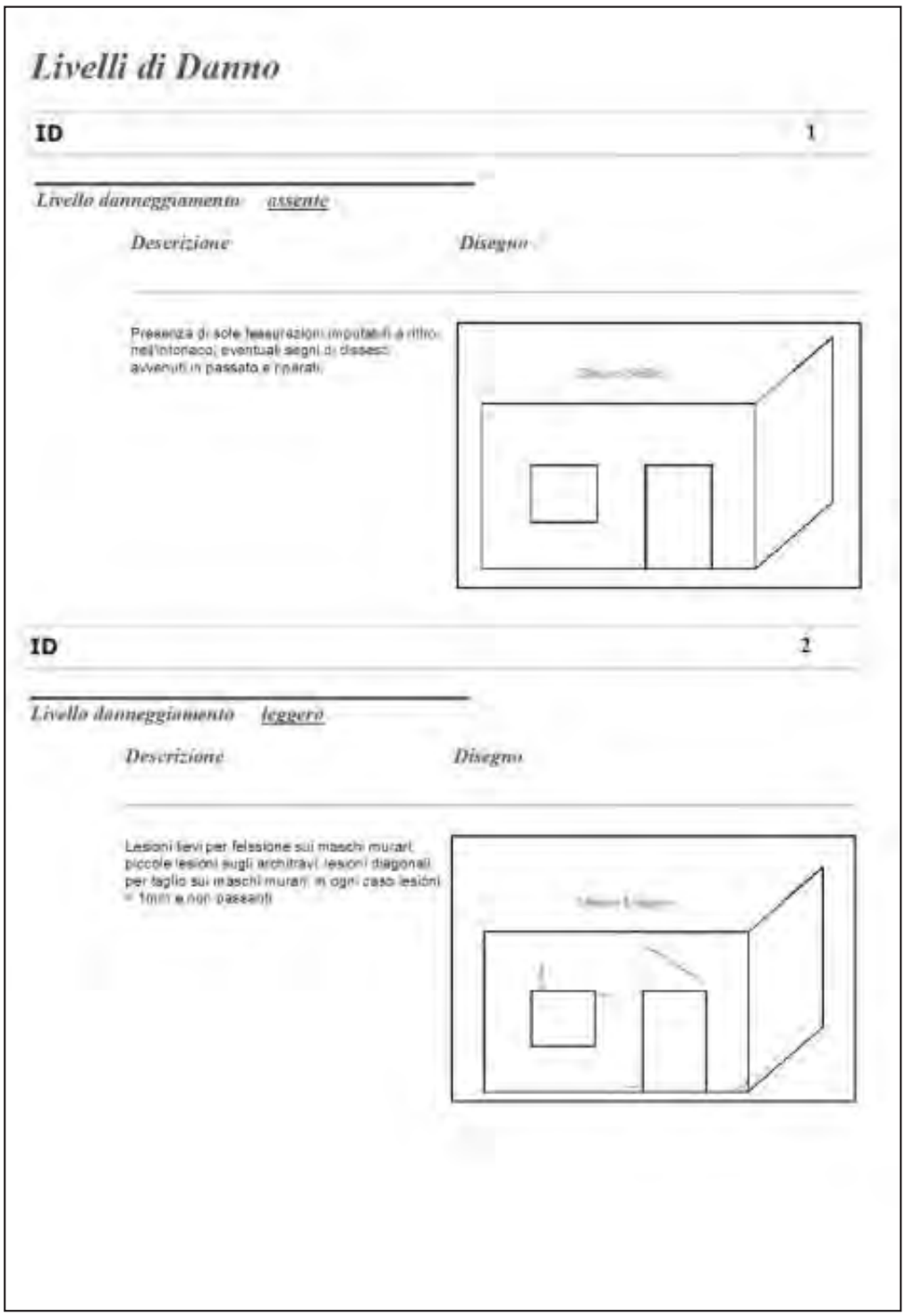

Livelli di Danno
ID 1
Livello danneggiamento assente
Descrizione
Disegno
Presenza di sole fessurazioni imputabili a ritiro nell'intonaco; eventuali segni di dissesti avvenuti in passato e riparati.
ID 2
Livello danneggiamento leggero
Descrizione
Disegno
Lesioni lievi per flessione sui maschi murari; piccole lesioni sugli architravi; lesioni diagonali per taglio sui maschi murari; in ogni caso lesioni < 1mm e non passanti

Fig. 44: Abaco dei livelli di danno implementato nel database (report MS Access): parte 1

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

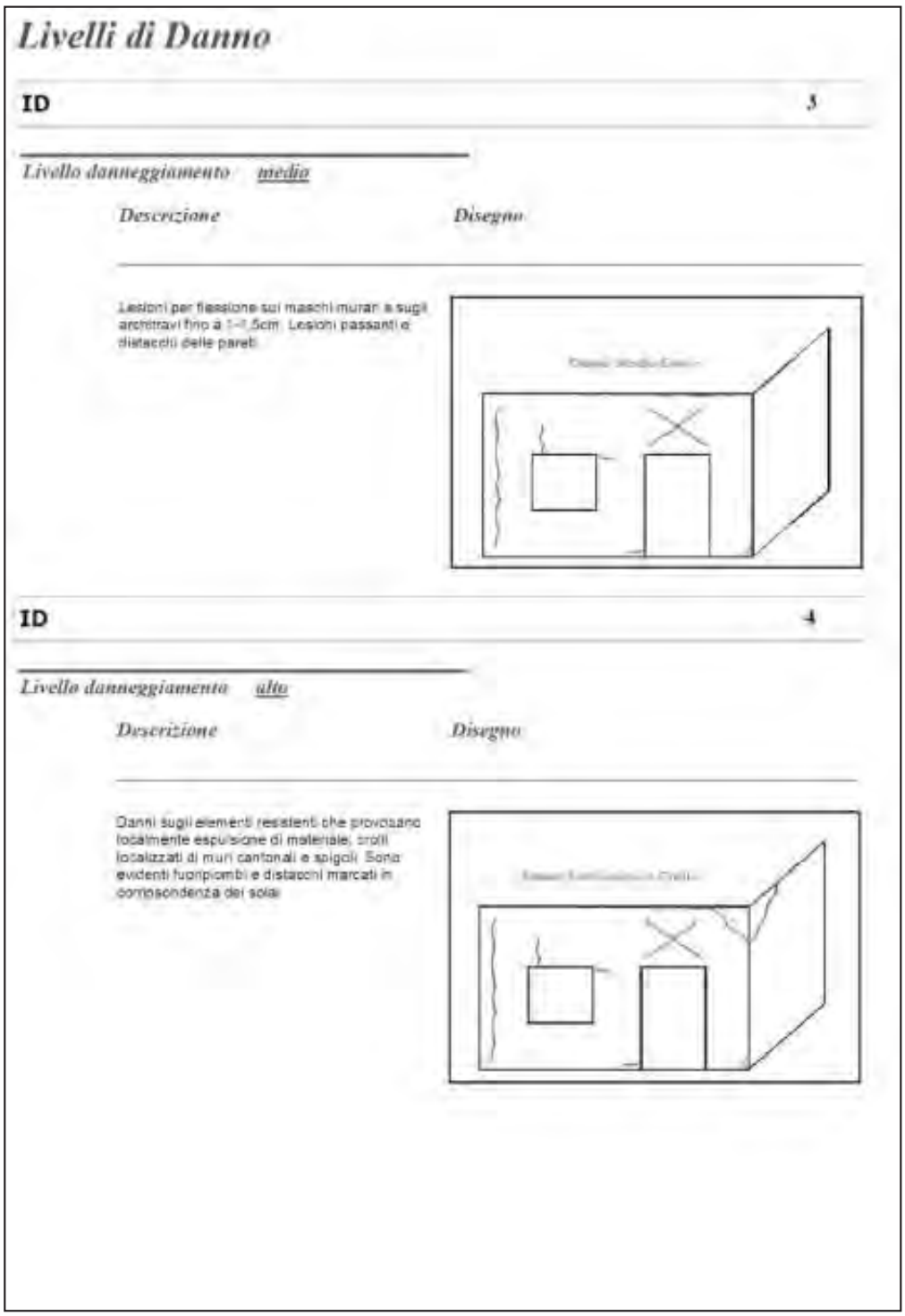

Livelli di Danno
ID 3
Livello danneggiamento medio
Descrizione
Disegno
Lesioni per flessione sui maschi murari e sugli architravi fino a 1÷1.5cm. Lesioni passanti e distacchi delle pareti.
ID 4
Livello danneggiamento alto
Descrizione
Disegno
Danni sugli elementi resistenti che provocano localmente espulsione di materiale; crolli localizzati di muri cantonali e spigoli. Sono evidenti fuoripiombi e distacchi marcati in corrispondenza dei solai

Fig. 45: Abaco dei livelli di danno implementato nel database (report MS Access): parte 2

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

La scheda elettronica presenta una struttura gerarchica a livelli: elemento strutturale (parete, orizzontamento), vano, piano, edificio. A ciascun livello sono memorizzate e classificate le informazioni raccolte (con riferimento al database di elementi, tipi murari e livelli di danno prima menzionato). Sono poi definite (tramite macro) appropriati criteri e regole (descritti più in dettaglio in seguito), per generare le valutazioni di agibilità, gli indicatori ed i parametri sintetici.

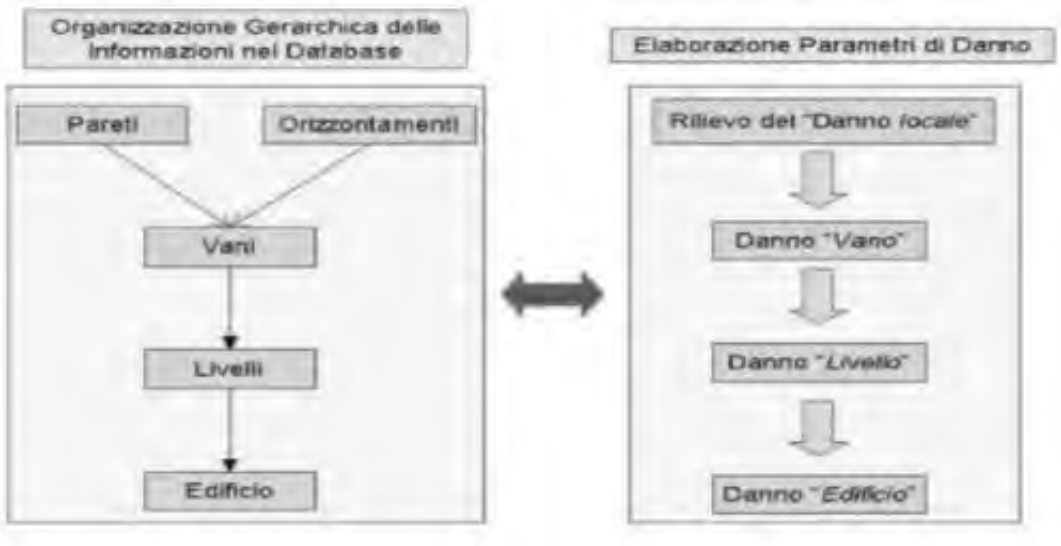


Fig. 46: Struttura del Databas

Fig. 47: Organizzazione della Scheda di rilevamento di 2° livello in formato Database

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

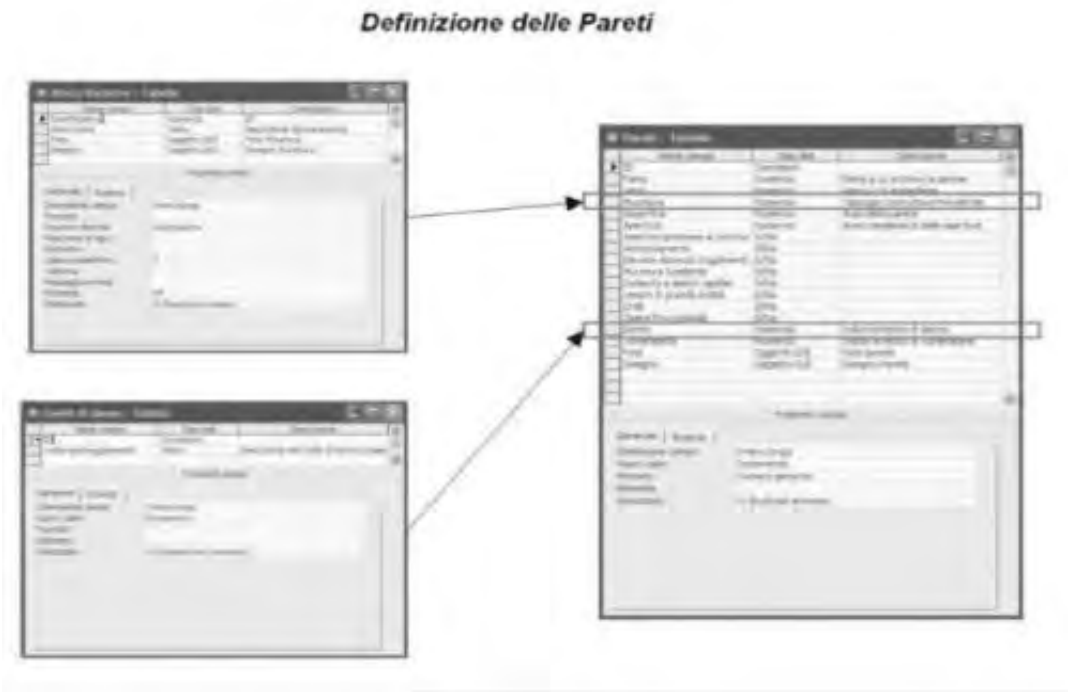


Fig. 48: La Scheda in formato Database: livello "parete"

Fig. 49: La Scheda in formato Database: livello "vano"

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

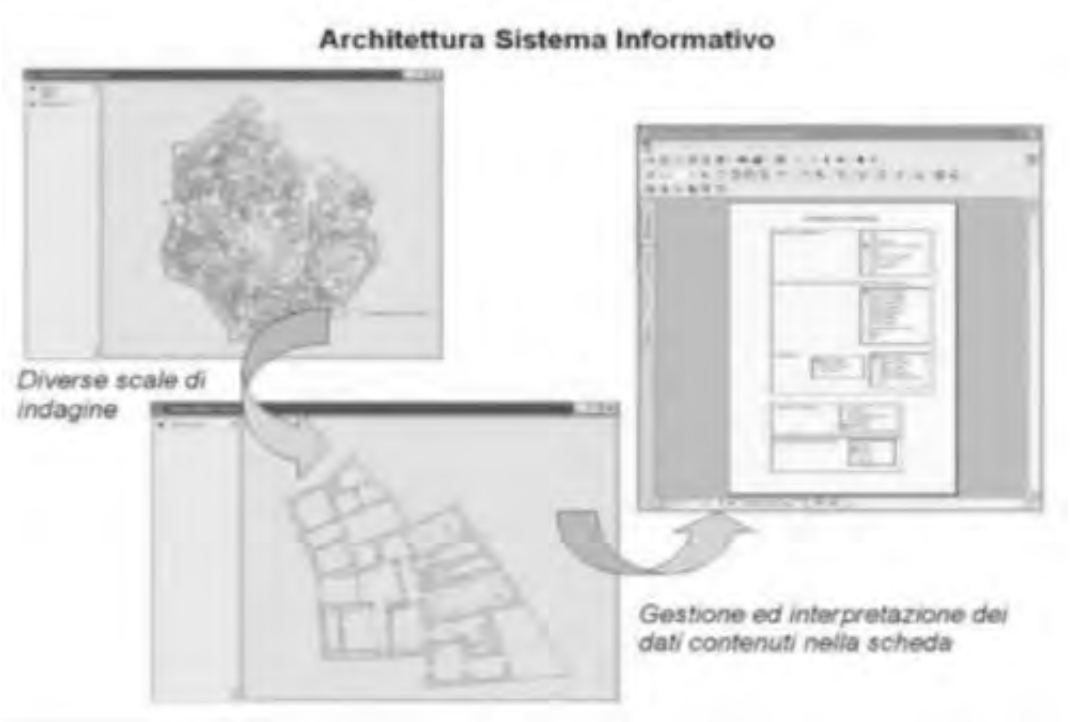

Architettura Sistema Informativo
Diverse scale di indagine
Gestione ed interpretazione dei dati contenuti nella scheda

Fig. 50: Architettura del sistema informativo

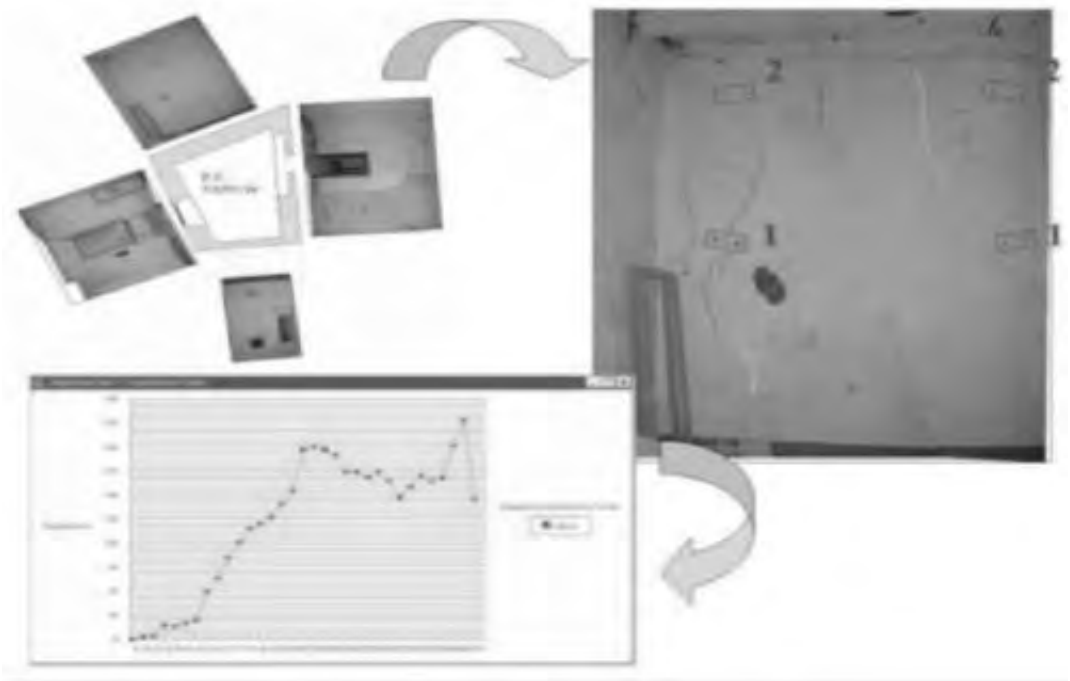


Fig. 51: Interrogazione del sistema informativo.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

3.6 Individuazione e schedatura delle tecniche di intervento (tradizionali ed innovative).

3.6.1 Classi di intervento.

In questo paragrafo sono riproposte le classi di intervento suddivise in base alla tipologia di carenza strutturale da eliminare:

1) Interventi volti al miglioramento o alla creazione della connessione efficace tra elementi di incroci e martelli murari:
- perforazioni armate;
- scuci e cuci;
- cerchiatura di aperture poste vicino all'incrocio murario;
- chiusura nicchie interne.

2) Interventi volti al miglioramento o alla creazione di un'efficiente connessione tra solai di piano e di copertura con tutte le pareti murarie di competenza:
- cordoli in c.a. con perfori armati verticali
- cordoli in acciaio con perforazioni armate di collegamento
- soletta armata con perfori incrociati di collegamento tra di essa e le murature d'ambito
- piatti in acciaio di collegamento del tavolato ligneo alle murature d'ambito
- cordoli in muratura armata
- inserimento di capichiave collegati alle teste di travi in legno e portati all'esterno della muratura
- sostituzione di solai di piano e di copertura con nuovi solai adeguatamente collegati alle pareti sottostanti
- intervento combinato di cappa in cls armato all'estradosso di volte e suo collegamento a cordolo perimetrale o consolidamento di volte con materiali FRP.

3) Interventi volti alla realizzazione, o al miglioramento dell'efficienza funzionale, di incatenamenti o presidi di pari efficacia che siano in grado di realizzare un buon collegamento fra pareti murarie:
- catene in acciaio
- cordoli in c.a.
- cordoli in acciaio
- fasciature realizzate con materiali compositi
- inserimento di capichiave collegati alle teste di travi in legno e portati all'esterno della muratura
- interventi di presidio su archi
- inserimento di contrafforti.

4) Interventi volti all'aumento di resistenza delle murature nei confronti sia delle azioni nel piano sia delle azioni fuori dal piano delle murature stesse:
- betoncino armato
- scuci e cuci
- iniezioni di miscele cementizie
- ispessimento delle pareti murarie
- inserimento di diatoni tra i paramenti della muratura
- inserimento nuove pareti
- inserimento di tiranti verticali
- cerchiature di aperture
- riduzione dei vuoti.

5) Interventi volti a risolvere problemi di tipo geometrico delle pareti murarie:
- riduzione dei vuoti
- ispessimento delle pareti murarie
- regolarizzazione delle aperture
- cerchiature di aperture.

6) Interventi volti a ripristinare l'efficienza statica (carichi verticali) degli elementi strutturali che compongono la US quali pareti murarie, solai piani e di copertura:
- betoncino armato
- scuci e cuci
- riduzione dei vuoti
- iniezioni di miscele leganti
- ispessimento delle pareti murarie
- inserimento di diatoni tra i paramenti della muratura
- inserimento nuove pareti
- scarnitura, rinzaffo profondo e stilatura dei giunti
- cerchiature di aperture
- consolidamento di nodi di capriate in legno
- consolidamento di membrature mediante inserimento di elementi strutturali ausiliari (legno, acciaio, FRP, cls, ecc...).
- miglioramento delle condizioni statiche di travature mediante inserimento di mensole e collegamenti alle teste delle travi.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

7) Interventi volti a ripristinare o inserire ex novo i giunti strutturali affinché l'opportuna ampiezza degli stessi scongiuri il manifestarsi dei dannosi fenomeni di martellamento:

- taglio a sezione obbligata su murature.

8) Interventi volti a migliorare o ripristinare l'efficienza strutturale/funzionale degli elementi non strutturali:

- miglioramento delle condizioni di vincolo (per esempio tramite tiranti verticali)
- rinforzo degli elementi portanti che sorreggono l'elemento non strutturale.

9) Interventi volti ad incrementare la capacità portante delle fondazioni:

- realizzazione di cordoli di fondazione in c.a. per nuovi setti
- allargamento della base di fondazione tramite cordoli di fondazione in c.a. su un lato o su entrambi collegati tramite elementi rigidi trasversali alle murature di fondazione esistenti.
- approfondimento della muratura entro il terreno mediante sottofondazione muraria.
- collegamento delle murature alla base mediante piastra armata di idonea rigidezza e ben ancorata ai muri.
- esecuzione di micropali per superare gli strati di terreno cedevoli e raggiungere quelli aventi idonee caratteristiche geomeccaniche.

3.6.2 Interventi di consolidamento delle pareti in muratura

3.6.2.1 Iniezioni.

Le iniezioni costituiscono una delle tecniche più diffuse per il consolidamento degli edifici storici e tra le prime utilizzate per i sistemi statici murari. Tale tecnica do consolidamento consiste principalmente nell'iniettare una miscela, ad una certa pressione o per colo secondo le condizioni del muro, all'interno del corpo murario. Il suo utilizzo è particolarmente appropriato se la parete da consolidare è realizzata con pietrame e sono presenti lesioni di tipo diffuso. Tali prerogative sono infatti indispensabili per far si che la miscela possa penetrare fisicamente all'interno del corpo murario e svolgere, pertanto, la funzione di miglioramento delle caratteristiche del muro, riempiendo i vuoti e le fessure e migliorando la qualità dei legami tra i vari elementi costituenti la parete. Tale tipo di intervento ha l'indubbio vantaggio di preservare e conservare la struttura originaria e di non apportare disturbo all'equilibrio dell'elemento da consolidare, spesso seriamente pregiudicato. Per tali ragioni la tecnica delle iniezioni è indicata per gli edifici di particolare pregio artistico ed architettonico, quando sia necessario rispettare l'aspetto estetico e la struttura originaria.

- ***Le miscele***

Le miscele utilizzate per il consolidamento delle pareti in muratura si distinguono in due principali categorie:

miscele inorganiche
miscele a base di resina

Poiché l'efficacia della tecnica dipende dalla possibilità della miscela di diffondersi all'interno del corpo murario, riempiendo fessure e cavità, in generale l'uso delle resine è preferibile quando si richiede una maggiore fluidità della miscela, e quindi se sono presenti lesioni di ampiezza variabile tra i 2mm e 3mm. Per lesioni di ampiezza maggiore si fa ricorso a miscele a base di cemento, acqua cemento e sabbia, e latte di cemento. In ogni caso, il risultato finale dipende non solo dal tipo di miscela utilizzata, ma anche dalla caratteristica di iniettabilità che possiede il muro. Se da un lato, infatti, le caratteristiche reologiche della miscela devono essere progettate opportunamente, in modo tale da possedere una adeguata capacità di penetrare (che può essere migliorata con l'utilizzo di additivi), l'iniettabilità dipende dalla tessitura del muro che deve possedere una certa continuità tra le fessure e le cavità.

Miscele inorganiche

Le miscele inorganiche si suddividono in:

- *Miscele a base di cemento*
- *Miscele a base di calce*

Le miscele a base di cemento si usano quando è richiesta una elevata resistenza meccanica e ci sia incompatibilità con altri tipi di miscele. La loro composizione varia in funzione del tipo di muratura e delle sue condizioni. Si realiz-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

zano con sospensioni di cemento in acqua, con un rapporto acqua-cemento abbastanza alto (da 0.6 a 1.2), aggiungendo eventualmente sabbie a granulometria molto fina. Viene usato generalmente il cemento Portland oppure si può impiegare cemento pozzolanico o d'alto forno. L'iniettabilità di queste miscele, che in ogni caso devono essere caratterizzate da un'adeguata resistenza, da un tempo di presa opportuno e da un minimo ritiro, dipende sensibilmente, oltre che dal rapporto acqua -cemento e dalla eventuale presenza di additivi, dalla granulometria degli inerti in relazione alle dimensioni delle fessure.

Per quanto concerne il dosaggio dell'acqua questo deve essere tale permettere l'idratazione del legante e conferire alla miscela la necessaria fluidità richiesta per il pompaggio e la penetrazione completa della massa muraria. Naturalmente, gli eccessi sono da evitare poiché potrebbero provocare un ritiro e come risultato finale il mancato contatto della miscela con le cavità da riempire. In alcuni casi, dunque, può essere necessario l'uso degli appositi additivi. I principali additivi utilizzati sono quelli espansivi, acceleranti o ritardanti, fluidificanti e aeranti.

Devono essere utilizzati additivi fluidificanti nel caso di murature con connessioni sottili, consentendo così, tra l'altro, bassi valori del rapporto acqua-cemento. Si adoperano, al contrario, additivi espansivi antiritiro in presenza di cavità all'interno del manufatto. In ogni caso la miscela da iniettare deve essere caratterizzata da un'adeguata resistenza, da un tempo di presa opportuno e da un minimo ritiro.

Infine per quanto concerne la granulometria degli inerti, sebbene esistano relazioni empiriche che legano la dimensione media del diametro dell'inerte alla dimensione della fessura, non è possibile stabilire regole di valenza generale a causa dei numerosi fattori che influenzano l'efficacia finale dell'intervento. La granulometria, a volte eccessiva, può limitare l'adesione al substrato esistente, per cui come aggregato viene può essere adoperata della polvere di marmo per una quantità pari al 10% del perso del cemento. La resistenza a compressione raggiungibile da queste miscele può arrivare fino a circa 40 MPa.

Le *miscele a base di calce* si utilizzano quando non si richiedono elevate prestazioni in termini di resistenza meccanica o qualora non si possano adoperare le miscele cementizie a causa di incompatibilità con i materiali della muratura. Tali miscele presentono infatti elevata affinità con le caratteristiche meccaniche dei componenti la muratura; inoltre, la calce utilizzata sotto forma di grassello permette una buona diffusione all'interno della massa muraria. D'altra parte presenta un ritiro maggiore rispetto alle miscele cementizie ed inoltre sussiste il rischio che i finissimi grani possano ostruire i fori provocando ristagni d'acqua che possono risultare pericolosi in caso di azioni alternate di gelo e disgelo.

Le *miscele a base di resina* si utilizzano nei casi di muratura a bassa permeabilità e con connessioni molto sottili. L'elemento base di tali miscele è il "legante", costituito dalla resina, associato all'indurente, che provvede a trasformarne la fase liquida in solida. Tale legante può essere impiegato da solo o miscelato con sabbia a granulometria molto fina, costituendo anche in questo caso un prodotto caratterizzato da buona lavorabilità e da tixotropia.

Il provvedimento tecnico che si basa sull'uso di tali miscele va comunque messo in atto solo nei casi in cui sia "dimostrata la convenienza economica", risultando tale tecnica sicuramente più costosa delle iniezioni a base cementizia, che, anche per tale motivo, restano come detto le più impiegate. Le modalità di applicazione non si discostano di molto da quelle previste per le miscele a base cementizia, già esaminate.

Le miscele a base di resina si distinguono in:

- *miscele a base di resine organiche*: assicurano resistenze superiori e tempi di presa più rapidi
- *miscele reoplastiche* che forniscono elevate proprietà antiritiro.

- ***Modalità operative***

La procedura da utilizzarsi nella realizzazione di iniezioni comprende le seguenti fasi operative:

1) *Preparazione della muratura*;
2) *Esecuzione dei fori di iniezione ed inserimento delle cannule;*
3) *Lavaggio del muro;*
4) *Iniezione;*

1) Preparazione della muratura:

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Tale fase inizia con il controllo dell'esistenza di parti non interessate dalle iniezioni (canne fumarie, tubazioni, ecc...) e con la loro esclusione, mediante riempimento con vermiculite o simili. Analogo trattamento può essere riservato alle intercapedini murarie, nel caso in cui si voglia conservare la loro funzione di isolamento. Se i muri da bonificare sono rivestiti con intonaco si procede, se necessario, al risarcimento di questo, o addirittura al suo rifacimento, perché la miscela di seguito iniettata non si disperda fuoriuscendo dalle lesioni presenti. Nel caso, invece, di murature a faccia vista, si procede alla sigillatura preventiva con malta a pronta presa delle connessure tra i conci e delle eventuali fessure. E' bene utilizzare malte di calce e sabbia o calce e cemento con caratteristiche di deformabilità il più possibile simili alla malta della murature. Sono anche in uso stucchi speciali e adesivi strutturali scelti tra la vasta produzione industriale. Per murature particolarmente incoerenti e caotiche, al fine di poter dar luogo alle fasi successive di lavorazione, si esegue un pre-consolidamento fatto con pre-iniezioni e incamiciamento: sfruttando le discontinuità presenti sulle superfici della muratura, attraverso gli ugelli posti in opera con gesso, si cola biacca, procedendo dal basso verso l'alto e per zone simmetriche di 2 o 3 metri quadrati.

2) Esecuzione dei fori di iniezione ed inserimento delle cannule

Prima di procedere alle operazioni di perforazione occorre stabile l'esatta ubicazione dei fori nonché la loro geometria (diametro, profondità ed inclinazione). Per far ciò è importante innanzitutto stabilire il raggio di azione del foro, vale a dire la massima distanza raggiungibile dalla miscela iniettata. Questa viene determinata eseguendo un foro principale, nel quale viene iniettata la miscela, ed una serie di fori a distanza diversa, che vengono chiusi uno di seguito all'altro quando si osserva la fuoriuscita della miscela iniettata dal foro principale La posizione dell'ultimo foro dal quale fuoriesce la miscela definisce il raggio di azione. Una volta che tale distanza è stata determinato è bene distribuire i fori su vertici di triangoli equilateri di lato

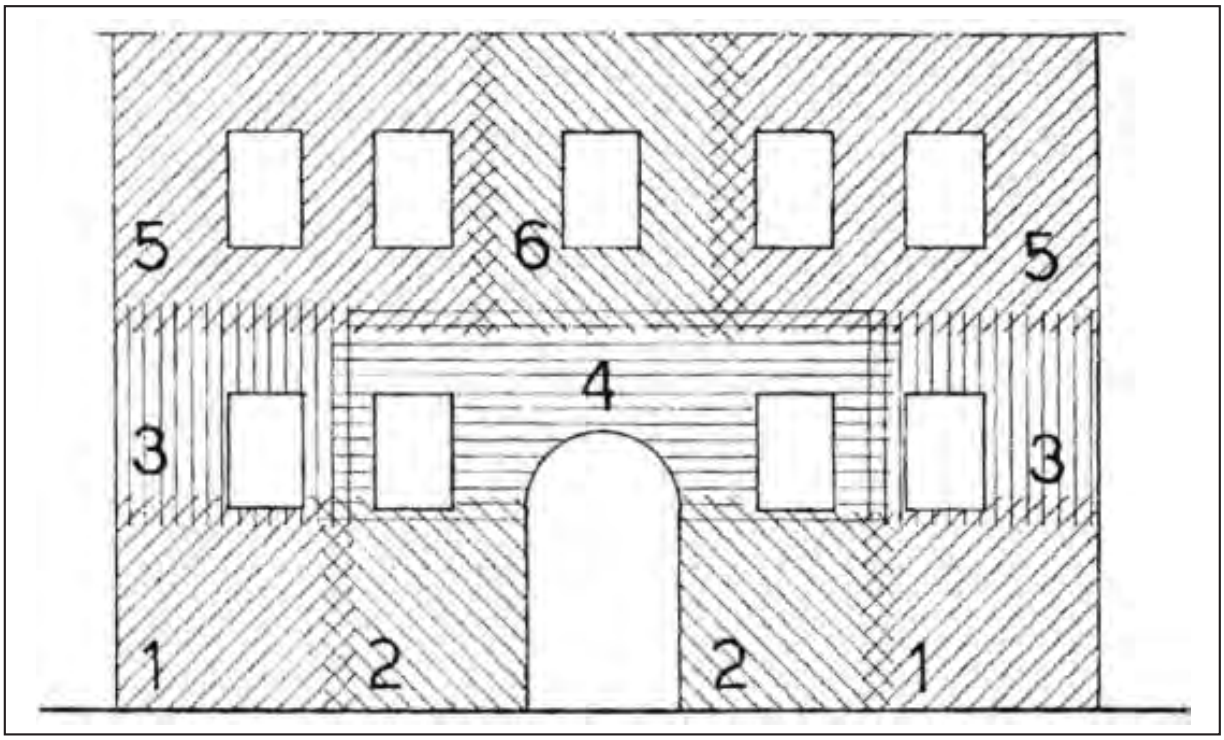


Fig. 52: Schema della sequenza delle iniezioni sulla muratura.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

uguale il doppio, riuscendo così ad interessare un'area maggiore.
Stabilito l'ordine con cui procedere alle iniezioni (fig 52), che devono interessare zone simmetriche a cominciare dalle più basse, si realizzano i fori con sonde a rotazione, e mai a percussione, adottando diametri, interassi, lunghezze e direzioni correlati al tipo, condizione e spessore della muratura da consolidare. In generale i fori, in numero di 2 o 3 a m², hanno diametri compresi tra i 20 e i 40 mm, interasse tra i 30 ed i 100 cm, e sono disposti su file parallele a formare un reticolo regolare; su muri di spessore superiore ai 50-60 cm è opportuno eseguire le perforazioni sulle due facce. L'esecuzione dei fori viene seguita dall'introduzione in essi di ugelli e boccagli, lunghi almeno 10 cm e sigillati con malta di cemento.

3) Lavaggio del muro.
Attraverso gli ugelli viene immessa acqua all'interno della muratura, procedendo dall'alto verso il basso e controllando l'esistenza eventuale di vie di fuga, che vanno sigillate. L'acqua, introdotta a leggera pressione, riesce ad eliminare i detriti asportare detriti e polvere creati nella fase di perforazione, che possono limitare l'aderenza della miscela. Allo stesso tempo con la saturazione della muratura, si evita l'assorbimento di dell'acqua del materiale iniettante, in modo tale da non alterare il processo d'idratazione. Infine, questa operazione evidenzia l'eventuale presenza di vie di fuga per la miscela che non sono state individuate e sigillate in precedenza.

4) Iniezione
Esistono tre diversi tipi di iniezioni:

Metodo di iniezione per pressione.
La miscela legante viene iniettata a pressione attraverso iniettori collegati ad una pompa idraulica o ad aria compressa, a valori opportuni per scongiurare eccessive dilatazioni trasversali della muratura, ma in ogni caso in grado di permettere la diffusione della malta; in genere si adottano pressioni fino a 3 atmosfere, in un campo di variazione che può riferirsi anche ad uno stesso intervento. Le iniezioni vengono effettuate su tratti simmetrici dai lati esterni verso il centro, procedendo dal basso verso l'alto e realizzando sovrapposizioni delle zone trattate. Allorché nel corso dell'iniezione si verifica la fuoriuscita non voluta di malta, si sigilla con polvere di cemento. Al

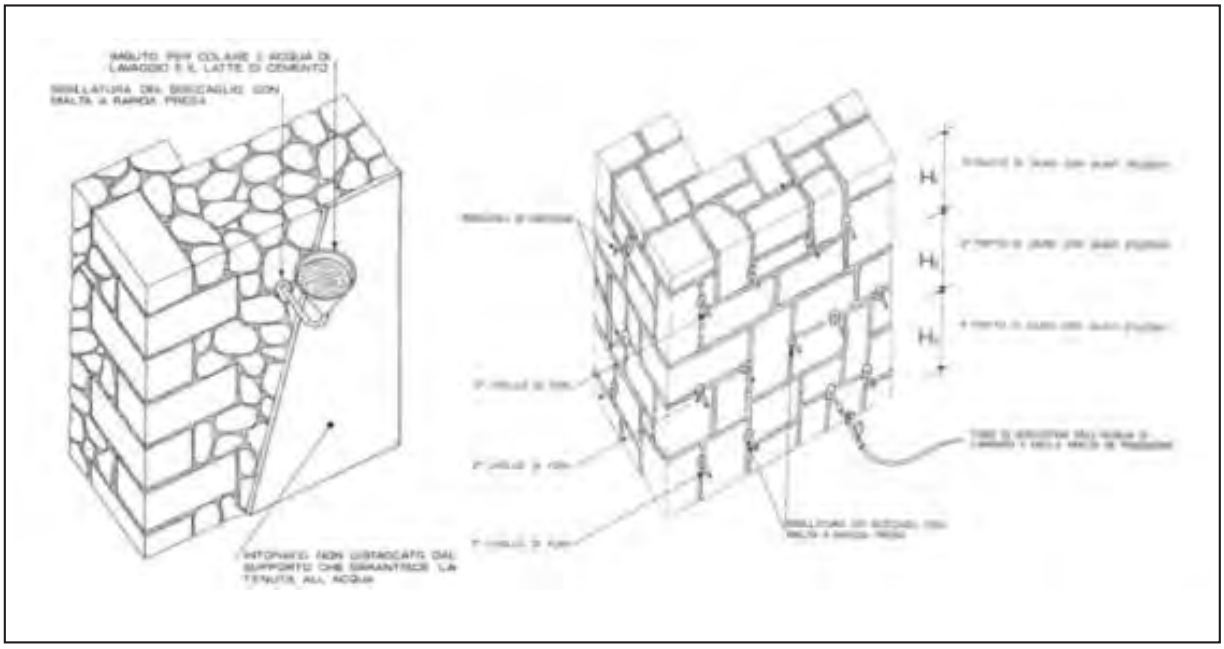


Fig. 53: Schemi di iniezione.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

contrario, il refluimento della miscela dal foro superiore più prossimo a quello in cui si opera, indica la saturazione della zona trattata e fornisce il segnale per la sigillatura del primo foro e il passaggio alla iniezione successiva.
L'intervento si conclude con la rimozione degli ugelli di iniezione, prima che si sia esaurita la fase di presa e con l'eliminazione di eventuali sbavature.

Metodo di iniezione per gravità.
Tale metodo di iniezione viene utilizzato se le condizioni della muratura sono tali da non potere sopportare sovrappressioni o perforazioni. In tal caso la miscela è fatta penetrare dall'alto attraverso le lesioni o cavità create, asportando materiale deteriorato. Naturalmente tale metodo permette solo il riempimento delle cavità di grandi dimensioni non riuscendo però ad assicurare l'occlusione di tutti i vuoti.

Metodo di iniezione per depressione.
Tale tecnica viene utilizzata sono in presenza di materiali molto fluidi e quindi con le resine sintetiche. La procedura di iniezione prevede dapprima la sigillatura delle fessure superficiali con malta a presa rapida. In seguito vengono posizionati gli iniettori. In particolare, quelli inferiori sono collegati al contenitore della miscela, mentre in quelli superiori si realizza il vuoto fino a quando non inizia a fuoriuscire la miscela per risalita, quindi vengono chiusi.

3.6.2.2 *Le iniezioni armate.*

Le *iniezioni armate* costituiscono una tecnica direttamente associata alle iniezioni di miscele leganti, completando le fasi costruttive di queste con l'inserimento di barre di acciaio; esse, comunque, perseguono, nella maggioranza dei casi in cui vengono applicate, finalità diverse. L'efficacia maggiore di tali tecniche, infatti, risiede nella costituzione di ammorsature fra le murature portanti.
La tecnica viene peraltro anche applicata convenientemente nelle risarciture di lesioni e in tutti i casi in cui la sostituzione della muratura e le iniezioni di miscele leganti non assicurano un alto livello di efficacia, riuscendo sempre e comunque a migliorare le capacità di resistenza del complesso murario.

A seconda della loro finalità è possibile infatti distinguere:

- *iniezioni con funzione di "cucitura" tra elementi scollegati*
- *rinforzo dell'intero elemento strutturale*

Con riferimento alla funzione di "*cucitura tra elementi scollegati*", se ci si trova in presenza di murature di buona qualità non degradate, ma che non presentano sufficientemente ammorsamento tra elementi ortogonali, l'uso delle iniezioni armate riesce a realizzare il collegamento attraverso la realizzazione di un reticolo di fori armati e cementati.
L'esigenza di tale tipo di intervento è molto frequente negli edifici storici. Spesso, infatti, gli ammorsamenti relativi tra pareti ortogonali sono insufficienti e a volte del tutto inesistenti; talvolta le pareti ortogonali risultano addirittura semplicemente accostate.
Un secondo motivo, diverso da quello appena descritto, che rende necessario l'utilizzo delle cuciture armate, si presenta quando occorre aumentare la resistenza di una singola massa muraria non più in grado di sopportare gli sforzi ad essa applicati. In tal caso tale tecnica applicata ai singoli elementi strutturali (pareti, pilastri) è in grado di migliorare le caratteristiche di resistenza (taglio, presso-

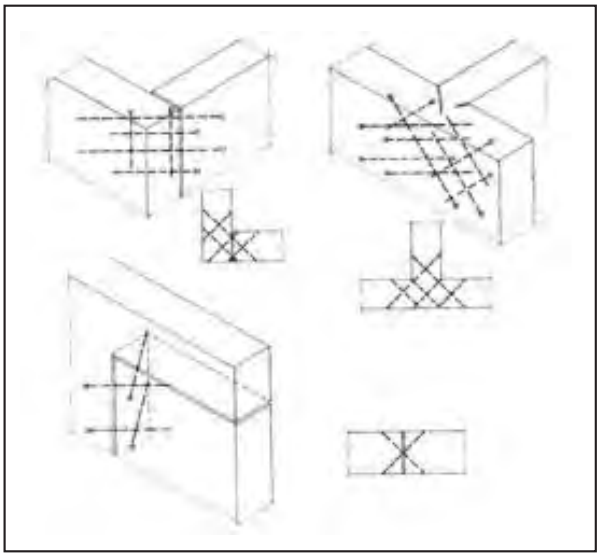


Fig. 54: Miglioramento delle ammorsature tramite iniezioni armate.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

flessione) rendendo il comportamento finale della parete consolidata simile a quello delle murature armata. Infatti, dal punto di vista strutturale, tale tecnica delle iniezioni armate determina oltre che l'aumento di resistenza a compressione della muratura, prodotta dalla cementazione, anche una crescita della resistenza a trazione grazie alla presenza dell'armatura.
Le armature hanno lunghezza pari a 2-3 volte lo spessore delle murature e vanno localizzate nelle zone a maggiore sollecitazione e disposte secondo inclinazioni alternate, a costituire elementi di cucitura da un lato all'altro della lesione o della discontinuità.
Le miscele iniettate sono dello stesso tipo di quelle viste in precedenza, con caratteristiche di aderenza ed antiritiro ancora migliori.

- Modalità operative.

L'intervento si articola nelle stesse fasi viste per le iniezioni di miscele leganti, e cioè la sigillatura della muratura, l'esecuzione delle perforazioni, il lavaggio, a cui fa seguito l'inserimento delle barre e la iniezione.

1) Esecuzione dei fori
2) Posizionamento delle barre
3) Iniezione.

Esecuzione e preparazione dei fori.
In questa fase analoga a quella vista per le iniezioni di miscele, viene effettuato il tracciamento della posizione dei fori.
Questi, realizzati mediante strumenti a rotazione, sono inclinati in maniera alterna verso l'alto e verso il basso con diversa direzione in pianta (figura) con interasse variabile tra i 40 e i 50 cm. Segue la fase di pulitura dei fori tramite un di getto d'aria compressa, finalizzata a garantire la perfetta aderenza tra muratura e malta successivamente iniettata.

Posizionamento delle barre.
La realizzazione dei fori e la successiva pulitura è seguita da posizionamento delle barre d'acciaio ad aderenza migliorata; in alcuni casi risulta necessario realizzare

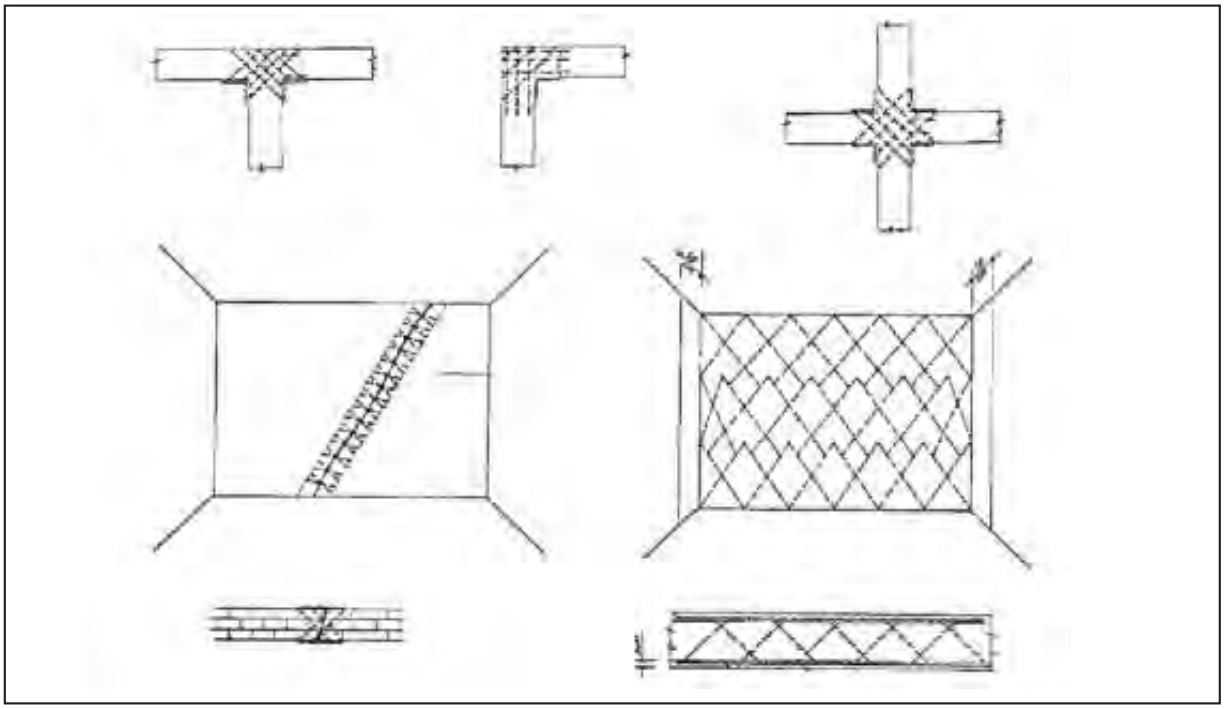


Fig. 55: Schema di iniezioni armate.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ancoraggi alle estremità delle barre per evitare il rischio di sfilamento. dell'insorgere di nuove deformazioni.

Esecuzione delle iniezioni.

Comprende il getto della malta di completamento (boiacca di cemento) iniettata a bassa pressione (2-3 atm) ed il successivo riempimento dell'imbocco del foro con malta cementizia. Quindi segue la sistemazione dell'estremità del foro, con taglio della barra e ripristino della superficie muraria.

3.6.2.3 Inserimento di diatoni tra i paramenti della muratura.

Specifiche:

- diatoni artificiali
- diatoni naturali
- iniezioni armate

Descrizione dell'intervento:

a) Diatoni artificiali:

- individuazione della disposizione dei perfori; questi avranno diametro ø=15 cm e saranno disposti ad interasse inferiore a 1 m.
- inserimento della gabbia armata con 5 barre ø=8 mm e staffa ø=5 mm a spirale in acciaio inox o passivato
- iniezione della malta cementizia moderatamente espansiva con sabbia fine e additivi fluidificanti
- bonifica della porzione della muratura vicina al diatone con iniezioni di malta.

b) Diatoni naturali:

- individuazione della disposizione dei diatoni di collegamento
- realizzazione di un vano per l'attraversamento dell'intero spessore murario
- inserimento di pietre naturali ad hoc
- riempimento della cavità con malta mediante iniezioni con malta a ritiro compensato.

c) Iniezioni armate:

- individuazione della disposizione dei perfori
- esecuzione di perfori sul paramento da trattare con ø=30-45 mm in ragione di 4 al mq (iclinati di 45° o orizzontali)
- immissione nei fori di barre di acciaio ad aderenza migliorata (ø = 16/22 mm)
- sigillatura delle imperniature con iniezioni a bassa pressione di legante.

3.6.2.4 Scuci - cuci (chiusura di nicchie, riduzione dei vuoti)

L'intervento di scuci - cuci contempla due diversi casi:

- a tutto spessore
- a parziale spessore

Descrizione dell'intervento:

- puntellamento di entrambi i lati del muro;
- rimozione degli elementi lesionati della muratura;
- raschiatura e pulitura dei bordi del vano che si ricava nello spessore del muro;
- utilizzo di blocchi portanti appropriati (non a incastro);
- realizzazione di giunti di malta verticali e orizzontali;
- inserimento della nuova muratura utilizzando preferibilmente malta di calce idraulica e sabbia, cominciando dal basso e lavorando per tratti;
- realizzare ammorsature adeguate alle murature esistenti sia trasversali che;
- paralleli al piano della muratura.

3.6.2.5 Le tirantature metalliche.

Si ricorre all'inserimento di tirantature metalliche allo scopo di realizzare collegamenti efficaci tra le strutture murarie, sia tra pareti ortogonali sia tra pareti e solai, perseguendo un comportamento monolitico del manufatto. La loro presenza si rende quindi indispensabile in mancanza di efficaci collegamenti tra le pareti cordoli in cemento armato capaci di produrre l'effetto di cerchiatura del complesso edilizio. Inoltre, se i tiranti sono presollecitati, il loro utilizzo beneficia di un ulteriore miglioramento sia in termini di duttilità, che di risposta ultima alle azioni sismiche.

Inoltre con l'inserimento di tirantature metalliche si riducono o eliminano del eliminano del tutto le spinte orizzon-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

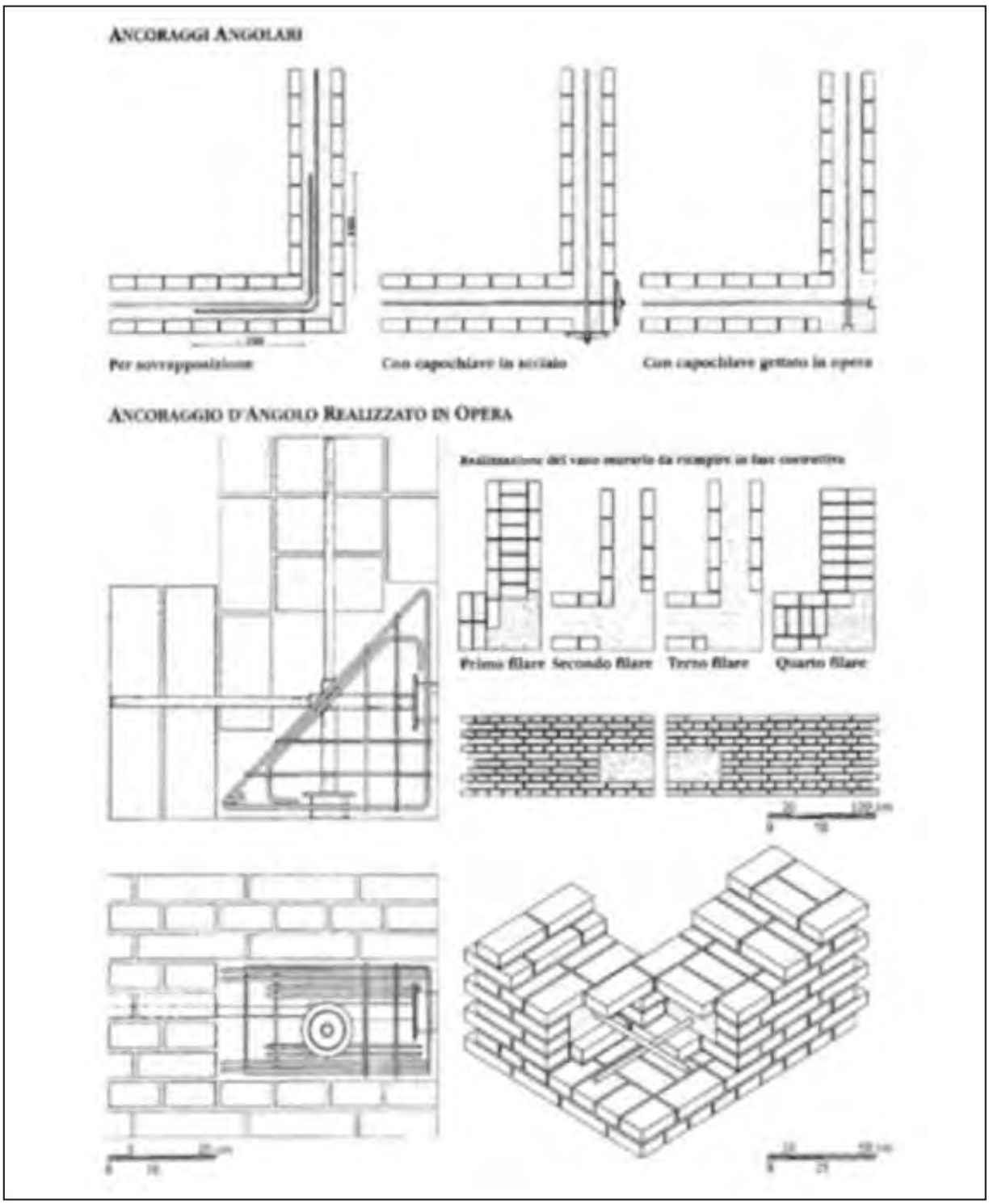


Fig. 56: Incatenamenti d'angolo.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

tali trasmesse da elementi spingenti, quali archi, volte, capriate, alle pareti verticali.
In presenza di azioni sismiche la presenza dei tiranti evita i meccanismi di primo modo (ribaltamento della parte) delle pareti vincolandole alle pareti trasversali.
Il tirante può sia essere interno alla parete sia esterno. Nel primo caso si tratta di tiranti trivellati, costituiti da trefoli di acciaio armonico inserito, protetto da guaine, nella parete in cui preventivamente sono state eseguite le perforazioni. Come alternativa il tirante può essere esterno, o meglio, alloggiato in scannellature nella parete, in qual caso può essere costituito da barre piatti o trefoli in acciaio.
L'ancoraggio del tirante alla parte ortogonale si realizza mediante un capochiave fissato alla faccia esterna della parete. Naturalmente le loro caratteristiche devono essere dimensionate in modo tale da assicurare che le sollecitazioni trasmesse alla muratura sino comprese nei limiti dei valori ammissibili.
Tra i capochiave più diffusi sono annoverati quelli a vista tradizionali, costituiti da un bollono rettilineo a cui è ancorata tramite un occhiello la catena , oppure capochiavi con bollono a Y o X. Il capochiave può anche essere costituito da una piastra metallica vincolata alla catena tramite un bullone. Infine sono da ricordare i capochiave prefabbricati in cemento armato con armatura inox da incassare nel muro alla stregua di una pietra artificiale ricoperta eventualmente con intonaco.

- **Modalità esecutive**

La realizzazione delle tirantature passa attraverso le seguenti fasi operative:

1) Preparazione delle pareti
2) Dimensionamento delle catene e tracciamento dei livelli e degli assi dei tiranti
3) Foratura delle pareti ed inserimento dei tiranti
4) Messa in tensione dei tiranti

Preparazione delle pareti.

Questa fase interessa la zona in cui verranno inseriti gli ancoraggi, che deve essere opportunamente preparata attraverso l'eliminazione dell'intonaco e l'esecuzione di eventuali interventi di consolidamento mirati ad aumentare la resistenza locale.

Dimensionamento delle catene e tracciamento dei livelli e degli assi dei tiranti.

Naturalmente, il dimensionamento della catena dipende dallo sforzo di trazione e dal valore della resistenza a trazione del materiale utilizzato, oltre che dalla resistenza a taglio del muro su cui è posizionato il capochiave. Per quanto riguarda il posizionamento delle catene all'interni della fabbrica occorre fare in modo di mantenere, come è sempre buona norma, la simmetria, di disporle in maniera omogenea lungo l'altezza.

Foratura delle pareti ed inserimento dei tiranti.

Durante l'esecuzione dei fori occorre fare in modo di evitare l'insorgenza di turbamenti alla struttura causati da vibrazioni.

Messa in tensione dei tiranti.

Il tiraggio delle catene può essere ottenuto a caldo o a freddo. Nel primo caso, dopo che la catena è stata posta in opera se ne riscalda il tratto centrale fino all'allentamento dei capochiave, quindi si bloccano gli in modo tale che la catena raffreddandosi sviluppa il tiro. Si fa ricorso all'allungamento a freddo se le catene hanno ad un una filettatura e nel capochiave è presente un foro che ne permetta il passaggio. In tal modo il tiro viene applicato avvitando il dado sull'estremo filettato della catena, si o a quando non

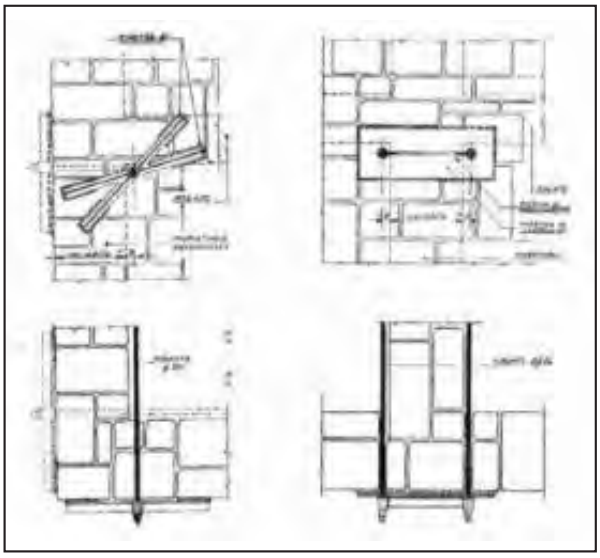


Fig. 57: Incatenamenti d'angolo.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

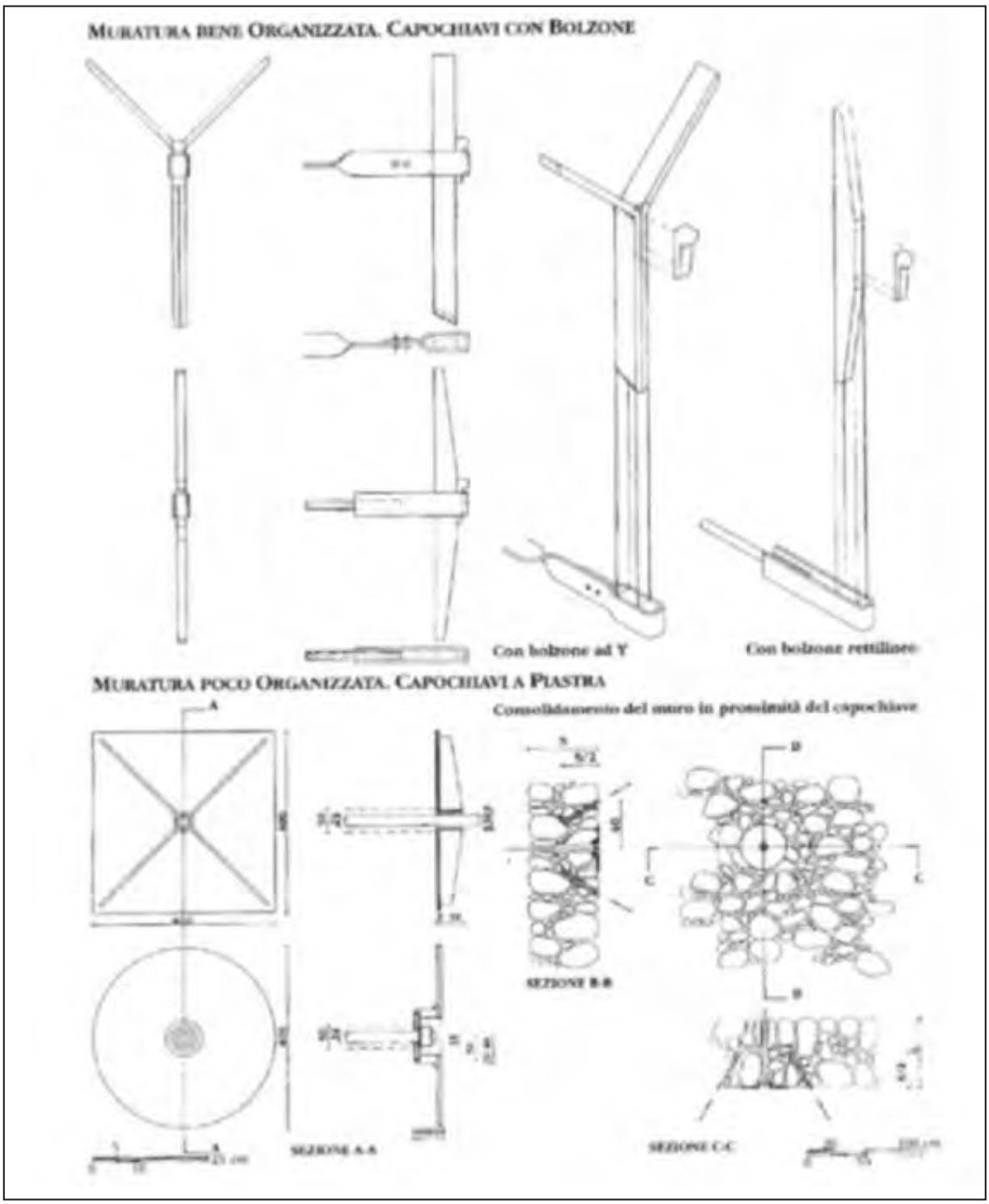

MURATURA BENE ORGANIZZATA. CAPOCHIAVI CON BOLZONE
Con bolzone ad Y
Con bolzone rettilineo
MURATURA POCO ORGANIZZATA. CAPOCHIAVI A PIASTRA
Consolidamento del muro in prossimità del capochiave
SEZIONE B-B
SEZIONE A-A
SEZIONE C-C

Fig. 58: Ancoraggi esterni.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

si raggiunge l'allungamento predeterminato. In maniera alternativa il tiraggio può essere applicato attraverso manicotto intermedio che presenta una filettatura destra-sinistra.

3.6.2.6 Fasciature realizzate con materiali compositi (fibre rinforzate)

L'utilizzo dei materiali compositi per il consolidamento degli edifici in muratura, specialmente se di interesse storico artistico, rappresenta ormai una alternativa ottimale, sotto molteplici punti di vista, agli interventi strutturali tradizionali. Questi sono frequentemente invasivi e poco indicati per quei manufatti dove è necessario il rispetto dell'assetto strutturale ed estetico primigenio. L'alta efficienza strutturale degli interventi on F.R.P., implica due fattori fondamentali, da un lato una approfondita fase di diagnosi del dissesto e dall'altra una elevata specializzazione nell'applicazione dei materiali. Il risultato finale può essere fortemente influenzato negativamente da una non corretta applicazione degli F.R.P., soprattutto per quanto riguarda la preparazione dei supporti.
L'intervento di fasciature realizzate con materiale composito ha principalmente lo scopo di chiudere" la scatola muraria e di offrire un efficace collegamento tra murature ortogonali. Oltre ad aumentare la "resistenza d'insieme" alle azioni orizzontali aumenta anche la duttilità del sistema. La raccomandazione principale riguarda la preparazione del supporto e lo smusso degli spigoli per evitare concentrazioni di tensioni sulle fibre e taglio delle stesse. Tali accorgimenti richiedono, per la posa in opera di tali elementi, personale specializzato. L'intervento risulta proponibile per le murature di classe A e B. Per murature di tipo B l'intervento deve essere accompagnato da un'opera di bonifica della fascia di muratura interessata mediante la tecnologia delle iniezioni.

- Modalità esecutive

La realizzazione delle fasciature con materiale composito passa attraverso le seguenti fasi operative:

1) pulitura e regolarizzazione della superficie di appoggio delle fibre arrotondamento degli spigoli;
2) messa in opera delle fibre con gli opportuni sistemi di incollaggio (resine epossidiche) e secondo adeguati schemi geometrici;
3) protezione delle fibre da agenti atmosferici e fonti di calore con un adeguato spessore di resina.

Riferimenti Bibliografici.

- AA.VV. "*Conoscere il rischio sismico. Ricerche promosse dalla Regione Umbria nel comune di Gubbio*"; Perugina, Settembre 1989.
- CEB-FIP, "*Strategies for Testing and Assessment of Concrete Structures*", Bullettin d'Infomation No.243, May, 1998.
- Commentario al D.M. 16.01.96 del Ministero LLPP a cura del SSN-ANIDIS coordinatore Franco Braga Editore Lamisco, Potenza

Eurocodice 8 "*Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture*" Parte 1-4: Regole generali - Rafforzamento e riparazione degli edifici, UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione, Ottobre 1999.
- *GNDT/Regione Emilia Romagna/Regione Toscana (1986). Istruzioni per la compilazione della scheda di rilevamento esposizione e vulnerabilità sismica degli edifici. Litografia della Giunta Regionale.*
- Modena C., Pineschi F., Valluzzi M. R. (A cura di), "*Valutazione della vulnerabilità sismica di alcune classi di strutture esistenti. Sviluppo e valutazione di metodi di rinforzo*", CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti - Roma, 2000, 89 pp.
- REGIONE UMBRIA Supplemento ordinario n. 1 al "Bollettino Ufficiale" - serie generale - n. 31 del 30 luglio 2003
- SSN-GNDT, *Manuale per la compilazione della scheda di i° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza podt-sismica (AeDES)*, 2000.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Capitolo 4

Qualità delle fabbriche tradizionali e metodi di indagine della costruzione

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

4. Qualità delle fabbriche tradizionali e metodi di indagine della costruzione.

Introduzione

I. Carabellese

Il gruppo di ricerca composto dai docenti di restauro architettonico ha indirizzato la propria attività sviluppando gli aspetti che determinano la comprensione della dinamica storica della quale gli edifici antichi sono partecipi e testimoni, attraverso lo studio delle tracce che ogni passaggio storico lascia sulle mura, sulle volte e, più in generale, sugli elementi costituenti l'architettura. Le soluzioni di continuità della storia della fabbrica ed il modo con cui esse sono state di tempo in tempo risolte, sintetizzano significativamente la civiltà costruttiva e l'insieme delle conoscenze che formano la tradizione e la regola dell'arte. Il metodo consiste dunque nell'apprendere dall'osservazione delle particolarità costruttive e dalle soluzioni messe in pratica come risposta coerente alle esigenze di carattere strutturale, funzionale ed espressivo emergenti di tempo in tempo, col succedersi delle generazioni.

L'osservazione prende in considerazione *nella concretezza del dato materiale* i manufatti, registrando puntualmente le imperfezioni nascenti dalla ininterrotta trasformazione originata dal progressivo e continuo mutare delle esigenze di coloro che sono stati via via i depositari del manufatto. Il fine è di scoprire come reinserirsi oggi nella dinamica della storia costruttiva, minimizzando l'estraneazione.

L'occasione è fornita dallo studio del palazzo noto come Sylos Vulpano in Bitonto (BA), caratterizzato da una straordinaria stratificazione storica e da un ricco campionario di materiali e tecniche costruttive. Lo sviluppo dell'indagine ha progressivamente consentito la formulazione di protocolli di rilevazione atti a compiere la ricognizione delle membrature architettoniche. La sperimentazione sul campo di tali protocolli di rilevazione ne ha comportato il continuo aggiornamento, in vista della possibilità di effettuare la lettura e la interpretazione degli aspetti costitutivi e di degrado, tramite la catalogazione criticamente impostata degli attributi e degli elementi caratterizzanti la fabbrica

Si tratta di un sistema digitale di catalogazione i cui risultati convergono nel data base relazionale che viene posto quale sorgente del sistema informativo architettonico.

Il primo tipo di osservazione, sintetizzato nella scheda B, prende a riferimento la spazialità di ogni vano, articolata schematicamente secondo sei superfici: il pavimento, la copertura e le quattro pareti verticali. Di ogni superficie viene analizzata la dimensione, la geometria, l'aspetto materico, la tecnica costruttiva, lo stato di conservazione.

La compilazione di tali protocolli di rilevazione consente l'osservazione dettagliata della fabbrica al fine di raccogliere e di mettere in relazione tutti gli aspetti che definiscono le membrature architettoniche.

Il medesimo tipo di analisi (dimensionale, formale, materica, costruttiva) è stata effettuata su alcuni dei prospetti esterni, i quali sono stati indagati nella propria interezza; in una successiva fase l'attenzione è stata rivolta verso gli elementi che costituiscono situazioni specifiche e posseggono una propria caratterizzazione (elementi decorativi,

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

elementi architettonici, aperture, ecc..).
Per ogni elemento è stato valutato lo stato di conservazione e individuati e quantificati i diversi fenomeni di degrado presenti.
I risultati ottenuti attraverso l'elaborazione delle schede hanno infine consentito una valutazione globale del manufatto e di esprimere un giudizio sullo stato di fatto e la necessità di eventuali interventi di restauro.
La metodologia di rilevazione ed analisi ha trovato riscontro nella elaborazione dei protocolli di indagine, i quali sono stati strutturati in modo tale da raccogliere in modo schematico ma allo stesso tempo esauriente i dati rinvenuti, riguardo sia alle caratteristiche generali di ciascun prospetto che alle caratteristiche peculiari di ciascun elemento che lo compone.
Particolare attenzione è stata riservata alla lettura delle murature.
Per esse si è predisposto un apposito protocollo di rilevazione finalizzato alla lettura di tutti gli aspetti materici, di apparecchio, di lavorazione e di finitura dei conci. Tale scheda è compilata prendendo a riferimento campioni di muratura (di dimensioni opportunamente scelte) di cui si analizza il paramento esterno, il paramento interno ed il nucleo, laddove ispezionabile. Tale attività di studio rende possibile la correlazione diretta fra strutture murarie appartenenti ad un medesimo periodo storico, coadiuvando la comprensione delle stratificazioni presenti negli edifici consegnatici dal passato.

4.1 La conoscenza delle membrature architettoniche tramite l'analisi delle tessiture murarie: stato dell'arte.

G. Dell'Erba

Lo studio delle regole che governano il magistero murario, la "regola dell'arte", raccontata attraverso scritti o descritta con l'ausilio di rappresentazioni grafiche, ha origini antiche. Vitruvio, ne *I dieci libri dell'architettura*[1], indica alcune regole dell'edificare che determinano la qualità ed il valore di una muratura. Negli scritti di Vitruvio appare anche la notissima suddivisione delle murature in *opus reticulatum, incertum, pseudoisodomus, latericium ed emplécton*; L. B. Alberti, nel *De re aedificatoria*[2], riprendendo il tema, propone una tripartizione delle tessiture murarie suddividendole in *ordinarie, reticolate ed incerte*.
Argomentazioni inerenti le tessiture murarie e le regole che le contraddistinguono sono presenti poi negli scritti di Palladio[3] - laddove si ravvisano "*sei ... maniere de' muri: l'una detta reticolata, l'altra di terra cotta o quadrello, la terza de cementi cioè di pietre rozze di montagna o di fiume, la quarta di pietre incerte, la quinta di sasso quadrato, la sesta la rempiuta*" - e di Scamozzi ne *L'idea della architettura universale*, Venezia 1615.
Con la redazione dei manuali ottocenteschi, in special modo nel trattato teorico e pratico di J.B. Rondelet[4] e nella raccolta di lezioni tenute da G. Valadier all'Accademia di S. Luca[5] si ha una descrizione completa e puntuale, corredata da chiare rappresentazioni grafiche, dei tipi e delle modalità esecutive delle murature.
I testi riportati sono solo alcune citazioni all'interno di una ampia bibliografia, in cui sono trattate questioni inerenti la costruzione muraria, affrontata da più punti di vista e con finalità differenti.
L'attività di studio condotta si inserisce in un filone di ricerca, portato avanti in varie Università d'Italia, che ha come oggetto la disamina delle specificità locali nella costruzione muraria, con finalità di carattere conservativo.
La conoscenza delle membrature architettoniche, eseguita tramite l'analisi delle tessiture murarie, è ritenuta fondamentale nell'affrontare un intervento di restauro che possa garantire la trasmissione al futuro di quei caratteri materico-costruttivi che concorrono alla definizione dell'identità del monumento.
Lo studio delle tecniche costruttive si basa sul concetto di documento, inteso come prodotto cosciente o inconsape-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

vole di una società che ha operato in un determinato tempo ed in un determinato luogo; documento come testimonianza di una cultura, dell'organizzazione economica, politica e amministrativa di un'epoca.
La linea di ricerca condotta dagli studi in corso mira alla definizione di metodi di datazione speditiva delle murature, eseguiti tramite l'analisi dei paramenti, delle sezioni murarie e delle tecniche costruttive. Lo studio viene portato avanti nella consapevolezza della contraddittorietà di una realtà costruttiva caratterizzata dai più svariati risvolti che rispecchiano le culture locali, frutto del sapere e delle qualità dei materiali propri di ogni areale geografico. Per tale ragione diviene indispensabile ancorare la ricerca al particolarismo di ogni zona, cercando di rintracciare le modalità con cui la regola dell'arte si concretizza in funzione dei materiali e del sapere costruttivo proprio di un determinato luogo in un determinato tempo.

4.1.1. L'esperienza di studio delle mura medievali nel Lazio meridionale.

Una interessante esperienza di studio secondo l'approccio ora accennato è stata condotta sulle strutture murarie medievali del basso Lazio. Si tratta del lavoro di ricerca curato da Donatella Fiorani[6], finalizzato al raggiungimento di una migliore conoscenza degli aspetti costruttivi delle architetture medioevali, con particolare attenzione alle strutture fortificate, della valle attraversata dal fiume Sacco.
Si tratta dello studio condotto individuando un arco temporale ed un areale geografico definito, di cui si sono evidenziati i caratteri distintivi della costruzione muraria.
Il metodo seguito si è avvalso dell'impiego di schede di rilevazione che sono state elaborate e progressivamente affinate per costituire indispensabili strumenti di indagine. Lo scopo della redazione delle schede di rilevazione è stato quello di ottenere un sistema omogeneo con cui trattare costruzioni differenti e diversamente documentate. La scheda rappresenta un mezzo attraverso cui raccogliere e successivamente catalogare gli attributi caratterizzanti l'apparecchio delle strutture murarie oggetto di studio.
La scheda da campo è organizzata come un questionario secondo cui eseguire l'annotazione delle caratteristiche ritenute essenziali. Nella definizione dei campi di compilazione si è puntato alla standardizzazione dei parametri descrittivi, con la finalità di fornire al rilevatore una casistica di risposte più ampia possibile.
Le schede da campo sono tre: la prima, definita "scheda dei siti", è calibrata per raccogliere i dati inerenti la fabbrica nel suo complesso, dalle caratteristiche architettoniche, alle strutture, alle fonti bibliografiche e archivistiche, con la finalità di sintetizzare le modifiche subite dal singolo edificio durante la sua esistenza.
La seconda, la "scheda della muratura", completata dall'impiego della terza, la "scheda delle malte" (in cui è previsto il ricorso ad indagini di laboratorio), permette di raccogliere tutti i dati materici, geometrici, formali e di apparecchio della struttura muraria oggetto di rilevazione.
L'approfondimento condotto sulle caratteristiche tecniche e costruttive delle strutture medioevali analizzate ha permesso di individuare i caratteri propri delle murature realizzate in un arco temporale ben determinato e del particolarismo locale che contraddistingue la costruzione, legato alla chiusura economica, sociale e culturale del cantiere edilizio, in special modo quello civile fortificato.
Le conoscenze acquisite in fase di indagine divengono poi punto fondamentale di partenza per la formulazione di un intervento di restauro. Interventi di natura manutentiva, consolidativa o di sostituzione e integrazione di parti, laddove necessari per la conservazione del monumento, attraverso la valutazione delle informazioni raccolte, possono essere attentamente calibrati, per non incorrere nella perdita di quei valori materico-tecnico-costruttivi che costituiscono documento della cultura di un epoca.

4.1.2. L'esperienza di studio delle murature "a tufelli" in area romana.

L'esperienza di ricerca svolta e pubblicata da Daniela Esposito[7] ha mostrato come l'individuazione di un tipo ben definito di tessitura muraria possa condurre alla definizione di un "fenomeno costruttivo" che si esplica entro ben definiti ambiti storico-geografici.
Si è concentrato lo studio sulla singolare tecnica muraria eseguita con blocchetti di tufo, i cosiddetti "tufelli" *(Fig. 1)*, puntando all'individuazione del periodo e dei luoghi di dif-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

fusione di tale modalità costruttiva, con la finalità di acquisire una conoscenza mirata alla conservazione dell'opera architettonica e delle sue strutture.

Le murature in tufelli sono caratterizzate dall'impiego di una sorta di mattone lapideo triangolare, la cui forma e modalità di posa in opera stabilisce diretti rapporti con i *semilateres* romani[8], mostrando come tale cultura costruttiva affondasse le sue radici nell'antichità.

Lo studio dei campioni di muratura analizzati, eseguito attraverso l'ausilio di schede di rilevazione, ha fornito come esito l'individuazione di un ben determinato ambito geografico in cui, in un ampio periodo storico, si è avuta la diffusione della tecnica muraria studiata.

La collocazione geografica delle architetture in cui si è riscontrata la presenza di murature "a tufelli" *(Fig. 2)* ha raggiunto l'esito di definire un'area precisa di diffusione, che l'Autrice riconosce essere quella del *Districtus Urbis* tardomedioevale, consistente in un'area molto vicina ad un cerchio di circa 40 miglia di raggio, avente Roma come centro.

La datazione di tali edifici, risalenti ad un arco temporale che va dalle soglie del 1200 fino alla metà del XV secolo, ha evidenziato come vi fosse un particolarismo locale, chiuso all'interno di specifici limiti geografici, che sono lo specchio dell'organizzazione poltico-amministrativa dell'epoca.

Si trattava di una sorta di "marchio distintivo" dei muratori attivi in area romana, perdurato per secoli, segno di una tradizione costruttiva derivante da epoche lontane. Il brano di muratura studiato, da testimonianza di una cultura costruttiva, si trasforma in documento, prodotto del fare di operatori che trasmettevano nella loro attività la cultura e l'organizzazione della società di cui erano parte.

Con il rinascimento fiorentino, epoca di rinnovamento e di scambi culturali, si ha la diffusione dell'intonacatura e la contemporanea scomparsa dell'impiego della tecnica muraria "a tufelli"; le murature in pezzame e scapoli irregolari, apparecchiati con l'impiego di notevoli quantità di malta, protette dagli strati di intonaco, divengono prassi costruttiva.

La ricerca, qui sinteticamente descritta, ha mostrato con grande evidenza come l'individuazione di una tecnica costruttiva, esplicata attraverso la definizione dei materiali e delle modalità esecutive che le sono proprie, possa fornire interessanti elementi di lettura storico-costruttiva dell'architettura, stabilendo precisi rapporti con la cultura, con l'organizzazione politica e amministrativa che le ha prodotte.

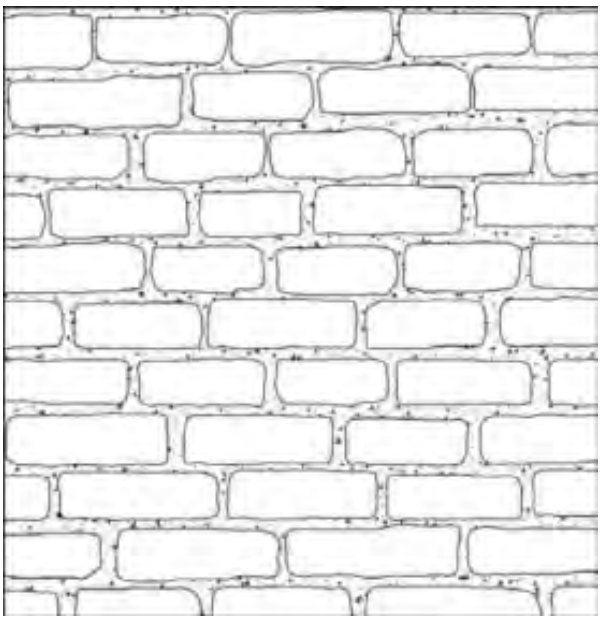


Fig. 1: Rappresentazione grafica di un paramento murario a "tufelli".

Fig. 2: Muratura a "tufelli" in agro romano.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

NOTE.

[1] Vitruvio, *De Architettura libri X* - Vitruvio, *I dieci libri dell'architettura tradotti e commentati da Daniele Barbaro*, 1567, ed. Il Polifilo, Milano 1987.

[2] L.B. Alberti, *De re aedificatoria*, 1485, trad. it. *L'Architettura*, Milano 1980, ed. Il Polifilo.

[3] A. Palladio, *I quattro libri dell'architettura*, Venezia 1570, ed. Il Polifilo, Milano 1980.

[4] J.B. Rondelet, *Traité théorique et pratique de l'art de bàtir*, Parigi 1802.

[5] G. Valadier, *L'architettura pratica dettata nella Scuola e Cattedra dell'insigne Accademia di S. Luca*, Roma 1832.

[6] Fiorani Donatella, *Tecniche costruttive murarie medioevali. Il Lazio meridionale*, Roma 1996, Ed. "L'ERMA" di BRETSCHNEIDER.

[7] Esposito Daniela, *Tecniche costruttive murarie medioevali. Murature "a tufelli" in area romana*, Roma 1998, Ed. "L'ERMA" di BRETSCHNEIDER.

[8] I semilateres venivano ricavati dal taglio, condotto lungo le linee diagonali, del mattone quadrato romano, chiamato bessales, sesquipedales o bipedales in relazione alla lunghezza del lato.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

4.2 Definizione di protocolli di rilevazione delle membrature architettoniche.

I. Carabellese

4.2.1 I caratteri specifici del magistero murario: materia, geometria, spazio.

La conoscenza di una fabbrica, percorso unico ed irrinunciabile verso la formulazione di un intervento di restauro, procede attraverso la ricostruzione della storia dell'edificio, eseguita mediante ricerche bibliografiche, archivistiche, fotografiche, confrontate e coadiuvate dall'osservazione diretta, fondata su rilievi dettagliati delle architetture.
Per conoscenza di una fabbrica si intende lo studio e la disamina dei caratteri distintivi dell'edificio, di quegli attributi compositivi, morfologici, strutturali, materici ed espressivi che individuano univocamente l'identità del monumento.
L'attività di studio può ottenere risultati proficui dalla comparazione del manufatto architettonico con realizzazioni coeve, sintomo del clima culturale in cui è inserita l'opera, o con manufatti morfologicamente o funzionalmente analoghi dalla cui comparazione si possono riscontrare elementi utili alla definizione della genesi della fabbrica.
Lo studio di dettaglio degli aspetti costruttivi di un'architettura offre poi spunti preziosi per la comprensione delle dinamiche che hanno segnato la costruzione della fabbrica e che ne hanno definito le trasformazioni, avvenute nel corso della sua esistenza.
Si tratta di osservare e di sintetizzare aspetti che investono una molteplicità di campi e solo mediante il reciproco raffronto si può ottenere materiale significativo per la conoscenza del manufatto architettonico.

4.2.2 Protocolli di rilevazione delle membrature architettoniche del Palazzo Sylos Vulpano in Bitonto.

I caratteri che definiscono una compagine muraria investono numerosi e differenti campi di osservazione: dagli attributi caratterizzanti i materiali impiegati, il taglio e la lavorazione degli elementi, fino alla composizione, lavorazione e finitura dei paramenti.
Si tratta di un insieme di informazioni che definiscono univocamente ogni tessitura muraria e individuano i rapporti costruttivi fra le parti dell'edificio e fra quest'ultimo ed il suo contesto storico-culturale.
Lo studio di dettaglio delle tessiture murarie consente di delineare il volto concreto della costruzione del monumento, il momento di passaggio dall'idea progettuale alla sua realizzazione materiale. La forma pensata, l'idea dell'architettura, inserita nella cultura di un luogo e di un determinato tempo, si concretizza attraverso l'impiego dei materiali disponibili e del sapere costruttivo.
La raccolta dei dati inerenti materiali e tecniche impiegate porta in evidenza relazioni fra edifici accomunati dai medesimi codici costruttivi, seppure appartenenti a tipologie architettoniche differenti e permette di inserire il monumento studiato nella cultura delle maestranze che l'hanno realizzato.
Risulta evidente come possa essere riconosciuto anche nelle tessiture murarie un valore storico-documentario, soprattutto per edifici la cui storia non sia diversamente documentata.
Parimenti può essere, senza dubbio, attribuito un valore estetico ad un paramento con particolari caratteri di lavorazione, di finitura, espressione di un'accuratezza esecutiva che costituiscono inequivocabilmente caratteri distintivi dell'identità del monumento oggetto di studio.
L'estesa varietà degli attributi che possono definire una

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

tessitura muraria ha determinato la necessità della definizione di un metodo da applicare alla fase di rilevo sul campo, attuato attraverso una sistematica raccolta di informazioni.
Si è proceduto alla definizione di un protocollo di rilevazione delle tessiture murarie, eseguito attraverso il confronto di brani di muratura presi a campione, descritti mediante la compilazione di una scheda di rilevazione da campo, in cui è ordinata l'elencazione dei dati utili allo studio di dettaglio di un apparecchio murario. La scheda messa a punto diviene la griglia attraverso cui leggere e comparare campioni di muratura accomunati da componenti materiche, nonchè dal taglio o dalla finitura dei conci.
La complessa articolazione storica e morfologica del Palazzo Sylos Vulpano, fabbrica sul quale è stata condotta l'attività di ricerca, ha evidenziato la necessità di raccogliere ed ordinare i dati relativi ai caratteri morfologici, materici, strutturali e decorativi dell'edificio.

Un'architettura definisce la sua identità attraverso la conformazione dei suoi volumi, i rapporti dimensionali, la configurazione di varchi e aperture, ma anche attraverso i materiali e le tecniche costruttive impiegati nella sua realizzazione, portati a compimento attraverso le finiture e gli eventuali apparati decorativi.
Il trascorrere del tempo, scandito attraverso accrescimenti, demolizioni, trasformazioni, intesse poi un reticolo di rapporti costruttivi e morfologici, ulteriori elementi distintivi dell'identità della fabbrica.
Si tratta di un insieme di attributi che definiscono univocamente i caratteri dell'architettura, la cui osservazione costituisce il momento conoscitivo indispensabile e propedeutico ad ogni attività conservativa.
Il metodo messo a punto ha percorso la strada della raccolta di dati costruttivi e materici, condotta attraverso l'osservazione sistematica delle superfici costituenti le unità spaziali.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

4.3 Valutazione delle qualità costruttive e strutturali del Palazzo Sylos Vulpano in Bitonto: le tessiture murarie e le unità spaziali.

I. Carabellese, G. Dell'Erba.

Palazzo Sylos Vulpano, concreta espressione della ricchezza e complessità di stratificazioni storiche dell'architettura pugliese, ha rappresentato ottimo caso di studio sul quale mettere a punto un protocollo di rilevazione, assunto come metodo sistematico di osservazione delle membrature architettoniche.

La volontà di approfondire la conoscenza degli aspetti costruttivi dell'edificio ha determinato la necessità di procedere ad una sistematizzazione della raccolta dei dati e ad una loro successiva catalogazione eseguita attraverso l'impiego di schede di rilevazione da campo. Il protocollo si articola nella compilazione di due diverse schede che contribuiscono alla comprensione del testo architettonico, attraverso la lettura della fabbrica eseguita da due diverse angolazioni.

La prima, indicata come scheda A, è stata messa a punto per consentire l'annotazione e la raccolta sistematica dei dati relativi alle tessiture murarie, analizzate per campioni di muratura. L'edificio viene scandagliato individuando i tipi di muratura esistenti, riservando ad ognuno di essi la compilazione di una scheda *(Fig. 3-4)*.

La seconda, definita scheda B, è riservata alla rilevazione di tutti gli aspetti dimensionali, morfologici, materici e decorativi della fabbrica, osservati avendo come riferimento della singola scheda ogni unità spaziale che compone lo sviluppo dell'edificio. (I.C.).

4.3.1. Descrizione della scheda di rilevazione delle tessiture murarie. (G.D.).

La scheda di rilevazione si compone di quattro parti: la prima è dedicata alla raccolta di una serie di dati identificativi dell'edificio (denominazione del monumento, localizzazione, riferimento planimetrico), all'estensione, all'accessibilità ed alla collocazione nell'ambito della fabbrica del campione di muratura osservato.

Il brano di muratura viene studiato nella sua consistenza volumetrica, ovvero nei caratteri che definiscono i suoi due paramenti ed il nucleo interno.

Fig. 3: Estratto della scheda di rilevazione delle tessitur murarie con visualizzazione dei campi a scelta multipla.

Fig. 4: Estratto della scheda di rilevazione delle tessiture murarie con visualizzazione dei campi a scelta multipla.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

La seconda e la terza parte del protocollo di rilevazione, identiche nella definizione dei campi sono riferite ai due paramenti del campione di muratura, siano essi uno paramento esterno e l'altro paramento interno, oppure definiti come paramento A e paramento B nel caso di due interni o due esterni allo sviluppo dell'architettura oggetto di osservazione.
Il protocollo si articola nella definizione dei dati che contraddistinguono la conformazione geometrica e l'apparecchio del paramento per giungere all'elencazione dei materiali impiegati, con riferimenti alla loro probabile provenienza *(Fig. 5)*.
L'osservazione si concentra poi sulla raccolta dei dati relativi ai singoli conci di cui vengono esaminati aspetti dimensionali, di conformazione, taglio e lavorazione degli elementi. Si procede con l'individuazione degli attrezzi impiegati tanto nel taglio quanto nella lavorazione superficiale ed in quella di definizione degli spigoli dei conci *(Fig. 6)*.
L'osservazione viene condotta successivamente sulla giacitura dei filari e sulla regolarità ed altezza dei corsi.
Uno studio specifico viene poi dedicato ai caratteri dei giunti di cui si individua la distribuzione nell'ambito del paramento, la dimensione e la finitura. Il tutto viene poi completato dall'individuazione dei caratteri distintivi della malta di cui si osserva la composizione materica, la consistenza e la granulometria *(Fig. 7)*.
La quarta parte della scheda di rilevazione *(Fig. 8)* è ori entata all'osservazione del nucleo della muratura che, quando ispezionabile, è fonte di innumerevoli dati relativi alla qualità esecutiva del manufatto. Del nucleo vengono osservati caratteri materici, di apparecchio, di taglio e dimensione degli inerti, nonché aspetti identificativi della malta impiegata.
Il protocollo di rilevazione viene coadiuvato dall'impiego di fotografie digitali che rappresentano i dettagli significativi dei paramenti oggetto di studio. Si tratta di fotografie, scattate secondo angolazioni non predeterminate, effettuate collocando nel campo inquadrato una dima metrica sul paramento interessato. Tale operazione consente, attraverso l'impiego di software idonei, il raddrizzamento e la riduzione in scala del fotogramma.
La sintesi fra immagine digitale e protocollo di rilevazione costituisce il materiale oggetto di successiva catalogazione ed elaborazione.
L'attività sul campo viene condotta attraverso l'impiego di computer portatili, effettuando la compilazione della scheda di rilevazione in formato digitale[1] , in cui sono riportati i campi nei quali poter inserire testi liberi oppure scegliere all'interno di una casistica di risposte possibili riportate sotto forma di lista a tendina *(Figg. 9-10)*.
La raccolta sistematica dei dati, eseguita sul campo mediante l'impiego del protocollo di rilevazione descritto, conduce alla formazione di una casistica di campioni di muratura.
Attraverso la loro ordinata catalogazione, eseguita sviluppando applicazioni di programmi programmi di data-base commerciali, è possibile costituire un ampio repertorio utile allo studio ed alla comparazione dei codici costruttivi che definiscono il magistero murario.
Di volta in volta, individuati elementi di interesse relativi ad un singolo attributo, si può procedere alla ricerca di tessiture murarie analoghe, delineando precisi rapporti fra architetture accomunate dall'impiego di analoghi codici costruttivi in relazione con ben definiti ambiti geografici, storici e culturali.

4.3.2. Descrizione della scheda di rilevazione delle unità spaziali (G.D.).

Si tratta di un protocollo di rilevazione attraverso cui è possibile raccogliere e ordinare tutti i dati relativi alle caratteristiche costruttive, morfologiche, materiche e decorative della fabbrica, con riferimento ai valori geometrici e spaziali.
Il protocollo si articola intorno all'osservazione dei singoli vani, individuati come porzione dell'intero rappresentato dall'edificio, sulle quali è stata calibrata la stesura della scheda B di rilevazione da campo.
L'unità spaziale viene assunta come porzione fisicamente definita dell'edifico, suddivisa nelle sei superfici che ne delimitano convenzionalmente il volume interno: la superficie pavimentale, la copertura, le quattro o più pareti verticali. L'articolazione della scheda di rilevazione da campo è stata pertanto condotta secondo la suddivisione in più sezioni, ognuna riferita ad una delle sei superfici indicate. Ogni superficie viene analizzata annotandone aspetti costruttivi, materici e decorativi, completati dalla rilevazio-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 5: Dettaglio relativo alla porzione di scheda riservata all'individuazione dei materiali impiegati ed alla loro probabile provenienza.

Fig. 6: Dettaglio relativo alla porzione di scheda riservata all'individuazione morfologica e dimensionale dei conci, alle lavorazioni ed agli attrezzi impiegati.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 7: Estratto della scheda dedicata alla raccolta dei dati relativi ai caratteri distintivi dei giunti e della malta.

Fig. 8: Quarta sezione della scheda di rilevazione riservata all'identificazione dei dati relativi all'apparecchio ed ai materiali impiegati nella costruzione del nucleo della muratura.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

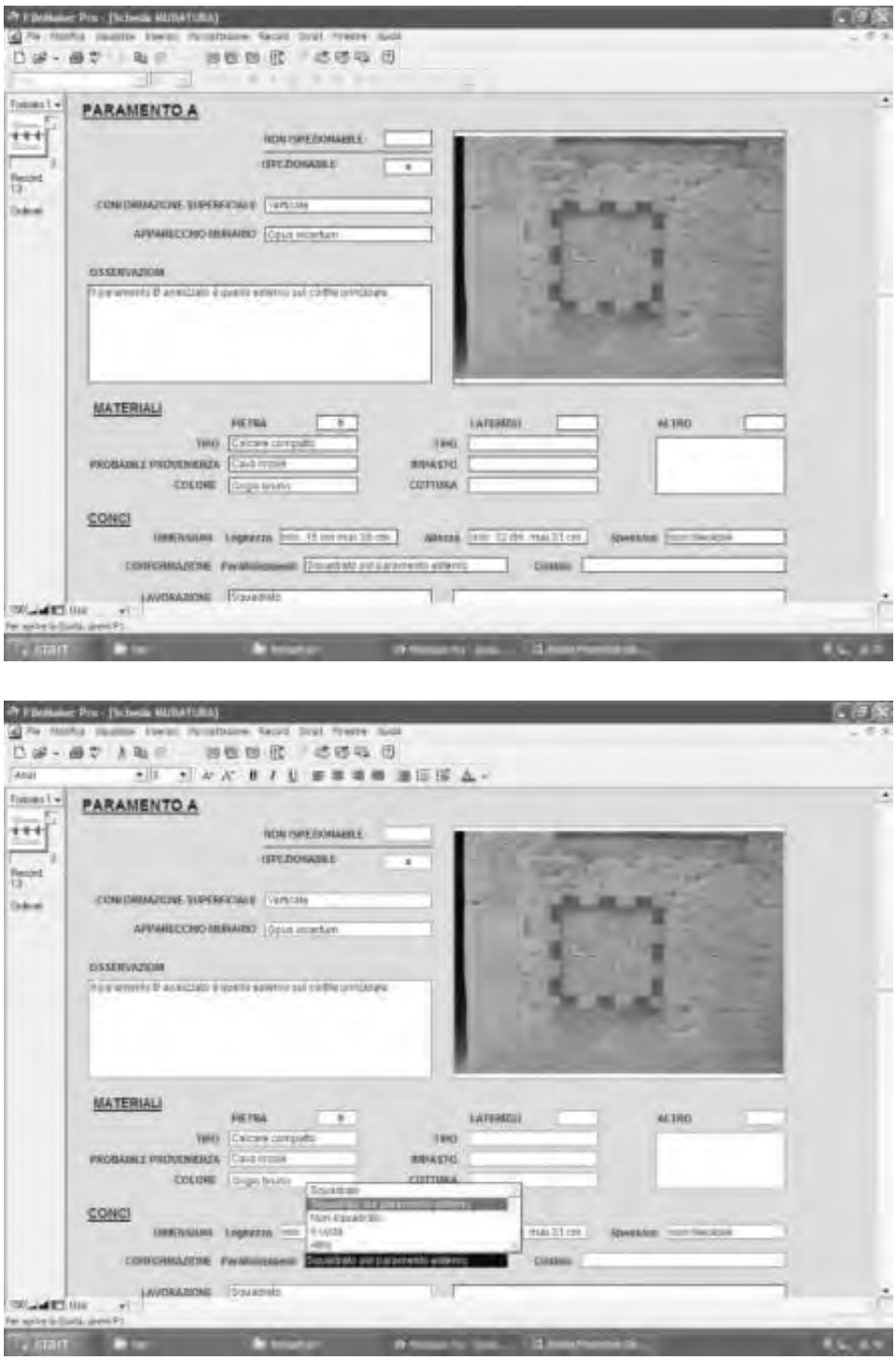


Fig. 9-10: Estratto della scheda di rilevazione delle tessiture murarie con visualizzazione della stessa schermata in cui figura il campo a scelta multipla; la seconda immagine ritrae la lista a tendina attivata con un clic del mouse.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ne delle manifestazioni di degrado presenti.
In ogni sezione della scheda è presente un campo in cui è possibile riportare osservazioni specifiche che esulano dall'elenco di elementi indicati dalla definizione dei campi presenti nella scheda, offrendo la possibilità di annotare tutte le peculiarità che un edificio storico può presentare.
La prima parte della scheda è riservata all'elencazione dei dati relativi all'edificio oggetto di studio, quali ubicazione, denominazione, accessibilità e modalità di ispezione della fabbrica.
In questa prima sezione si è previsto l'inserimento di un riferimento planimetrico[2] su cui è stata preventivamente riportata la numerazione delle unità spaziali oggetto di rilevazione. Ogni vano viene contraddistinto da un codice numerico che consente di rinvenire la sua collocazione nell'ambito dell'intero manufatto architettonico.
Il numero romano indica il piano in cui è collocata l'unità spaziale (I, II, III,…) mentre la numerazione araba, che segue il punto, indica univocamente il vano analizzato *(Fig. 11)*.
Vi è poi una sezione dedicata all'individuazione delle superfici, attuata mediante l'inserimento di fotografie digitali[3], riportate in questa parte della scheda in dimensione ridotta, che costituiscono il riferimento ed il collegamento visivo alle sezioni in cui ogni superficie è studiata in dettaglio. *(Fig. 12)*.
La seconda parte della scheda è dedicata all'osservazione ed alla raccolta dei dati relativi alla superficie pavimentale ed alla copertura dell'unità spaziale individuata.
La sezione relativa alla superficie pavimentale richiede, in prima battuta, informazioni di carattere dimensionale: vengono riportate lunghezza, larghezza e superficie di estensione del manto pavimentale. Vengono di seguito analizzate conformazione superficiale e giacitura del piano per coglierne aspetti esecutivi ma anche di degrado; l'osservazione di tale aspetto può costituire utile elemento di valutazione di eventuali anomalie che possono essere sintomo di dissesti o possono nascondere fasi evolutive della storia della fabbrica.
L'osservazione viene condotta di seguito sulle caratteristiche materiche, individuando tipo di materiale impiegato, conformazione, dimensione e colore degli elementi.
Si annotano poi le informazioni relative al tipo di tessitura ed alla eventuale presenza di decori *(Fig. 13-14)*.
L'osservazione della superficie pavimentale si conclude con il rilievo del suo stato di conservazione; questo si articola nella disamina dello stato di degrado degli elementi che compongono il manto pavimentale, dello stato di degrado del piano di posa, per giungere all'analisi dello stato di conservazione dei giunti.
La seconda superficie analizzata è quella relativa alla copertura dell'unità spaziale oggetto di studio *(Fig. 15)*. Tale copertura può essere esistente, ovvero non essere presente nel caso in cui l'unità spaziale sia individuata da una superficie a cielo aperto, ad esempio una corte, come nel caso di Palazzo Sylos Vulpano.
Qualora esistente, l'orizzontamento può essere realizzato attraverso un solaio od una volta; di entrambi i casi si analizzano tipologia - ad orditura unica, a doppia orditura, … nel caso di un solaio; a botte, a crociera, a padiglione… nel caso di una volta - materiali e conformazione degli elementi impiegati nella costruzione *(Fig. 16)*.
L'osservazione si sposta sulla definizione dei caratteri dell'intradosso della copertura, annotandone il tipo di finitura ed i caratteri di un eventuale controsoffitto posto a definirne la costruzione.
La disamina dello stato di conservazione della copertura si divide in degrado della struttura, intesa come insieme di elementi che definiscono la tessitura dell'orizzontamento, degrado del controsoffitto (laddove presente) e degrado della finitura, sia essa costituita da un intonaco, uno scialbo, un affresco…
La scheda guida di seguito l'osservazione sugli aspetti che definiscono i caratteri costruttivi, morfologici e decorativi delle pareti verticali, riservando ad ognuna di esse una sezione specifica. Nel caso più usuale, laddove l'unità spaziale coincide con la definizione di un vano, si hanno quattro sezioni, identiche nell'articolazione dei campi di compilazione, relative alle quattro pareti verticali che delimitano il volume dell'ambiente analizzato.
La rilevazione ha inizio con la definizione degli aspetti dimensionali della parete (larghezza, altezza, superficie), seguiti dai dati relativi alla conformazione ed alla finitura della superficie. Si ha poi un campo riservato all'annotazione del tipo di apparecchio murario che, qualora ispezionabile, offre la possibilità di agganciarsi all'osservazione condotta a mezzo della scheda di rilevazione delle tessiture murarie. Mentre quest'ultima prevede l'individuazione

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 11: Dettaglio della prima sezione della scheda in cui poter inserire l'immagine planimetrica della fabbrica.

Fig. 12: Estratto della scheda riservata all'individuazione ed alla sintesi visiva delle superfici che delimitano l'unità spaziale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

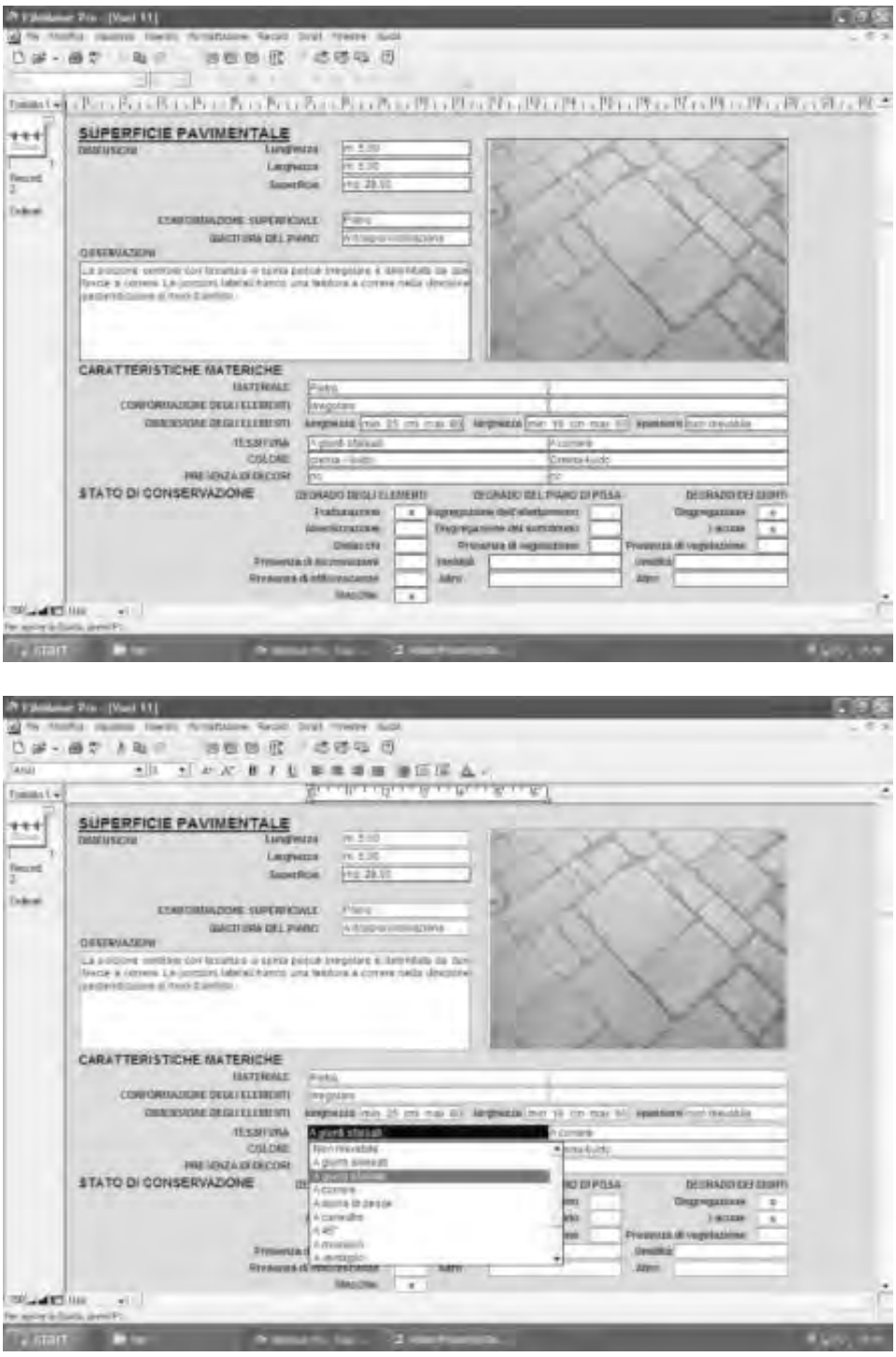


Fig. 13-14: Estratto della scheda di rilevazione delle unità spaziali relativo alla superficie pavimentale con visualizzazione della stessa schermata in cui figura il campo a scelta multipla; la seconda immagine ritrae la lista a tendina attivata con un clic del mouse.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 15: Dettaglio della porzione di scheda riservata alla raccolta dei dati relativi alla copertura.

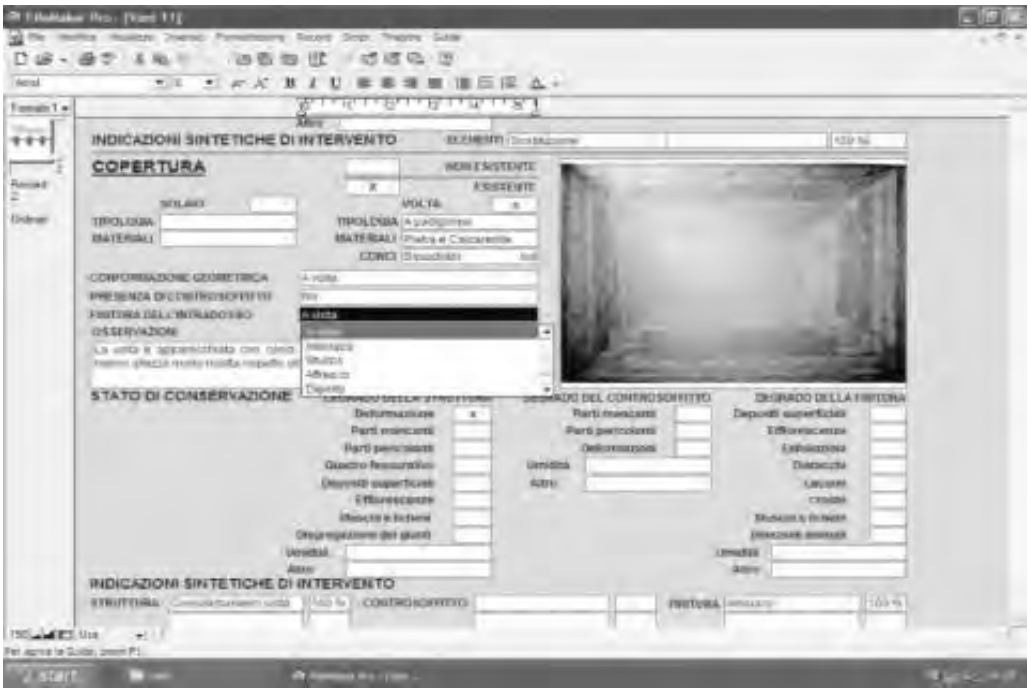


Fig. 16: Schermata relativa alla compilazione del campo a scelta multipla relativo alla finitura dell'intradosso della copertura con lista a tendina attiva.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

di campioni significativi di muratura, la scheda relativa alle unità spaziali consente la catalogazione completa di tutti i tipi di tessitura muraria presenti nell'edificio *(Fig. 17)*.

La componente materica viene analizzata distinguendo se trattasi di costruzione in pietra o in laterizio: nel primo caso si individua il tipo lapideo, la probabile provenienza ed il colore; nel caso di costruzione in laterizio si individua il tipo di concio impiegato (mattone pieno, mattone forato, ...), le caratteristiche dell'impasto e della cottura. Si è riservato poi uno spazio per l'annotazione di dati relativi all'impiego di materiali diversi dalla pietra o dal laterizio: nel caso di studio si è riscontrata la presenza di mattoni forati di cemento, o di pareti divisorie realizzate con telai di legno su cui è intessuta una trama di giunchi e cannucce di bamboo.

Il paramento murario viene osservato poi in funzione delle caratteristiche dimensionali e della conformazione dei conci, della disposizione, finitura e dimensione dei giunti, e della composizione e granulometria della malta impiegata.

La superficie della parete, contraddistinta dai caratteri costruttivi intrinseci, si delinea anche in funzione della presenza di varchi o aperture, ovvero nella definizione ed articolazione di soluzioni di continuità nel suo sviluppo *(Fig. 18)*.

Si osservano gli aspetti dimensionali del varco-apertura, rilevandone larghezza, altezza e spessore; la morfologia ed il carattere costruttivo di questi elementi viene individuato, invece, attraverso la definizione del magistero costruttivo che identifica forma e struttura dell'apertura. Si conduce l'osservazione attraverso l'individuazione del magistero costruttivo orizzontale - fatto di stipiti e sguinci, di mazzette a spigolo vivo o struttura a doppio stipite, ... - e del magistero costruttivo verticale definito dalla modalità esecutiva scelta per risolvere l'orizzontamento della soluzione di continuità nella tessitura muraria (ad arco, ad architrave, ad architrave ed arco...).

Fig. 17: Dettaglio della sezione riservata allo studio del paramento murario che definisce la tessitura della parete analizzata.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

La compilazione si completa con l'individuazione dei caratteri materici degli elementi elencati.
Ulteriori elementi di individuazione e di osservazione degli attributi del varco-apertura sono rappresentati dai caratteri relativi agli infissi - distinti fra porte e finestre - di cui si rilevano materiale e tipologia.
La disamina dello stato di conservazione della superficie si suddivide in degrado del paramento murario, degrado della finitura e degrado degli infissi, cogliendo per ciascuno di essi le patologie presenti.
Al termine di ogni sezione dedicata alla relativa superficie, si è riservato uno spazio in cui trovano formulazione le indicazioni sintetiche di intervento.
Tale approccio, ben lungi dal voler essere sostitutivo di un progetto di conservazione, è volto alla definizione di un possibile intervento, scelto all'interno di una casistica molto sintetica, al fine di individuare le problematiche presenti complete delle possibili indicazioni sintetiche di intervento.
Tale elencazione sintetica degli interventi conservativi suggeriti, offre la possibilità di redigere, attraverso la definizione di appositi parametri, una quantificazione economica di massima dell'eventuale intervento di restauro *(Figg. 19-20)*.

4.3.3. Interpretazione dei risultati della scheda A. (I.C.)

Le osservazioni svolte mediante l'impiego della scheda di rilevazione delle tessiture murarie del Palazzo Sylos Vulpano ha prodotto due ordini di risultati, scaturiti dalla paziente e sistematica attività di rilevazione sul campo.
Il primo risultato è rappresentato dalla definizione stessa della scheda di rilevazione da campo che ha subito progressivi ampliamenti ed integrazioni, fino a giungere all'ar-

Fig. 18: Estratto della sezione riservata all'individuazione dei dati materici e costruttivi delle aperture e dello stato di conservazione della parete.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ticolazione attuale, che peraltro non può dirsi definitiva.
L'attività di ricerca che ha preceduto la fase di rilievo diretto sul campo, condotta per mezzo dello studio di pubblicazioni specifiche, relative alla lettura, al rilievo ed alla rappresentazione grafica del magistero murario, ha evidenziato la necessità di definire una sorta di questionario con il quale interrogare la muratura. Il numero e la varietà di attributi da considerare hanno evidenziato con chiarezza la necessità di mettere a punto uno schema di indagine in grado di guidare con sistematicità l'attività di rilievo e di osservazione dei brani di muratura presi a campione.
Parimenti, l'aver condotto l'attività di raccolta di informazioni in maniera sistematica, secondo uno schema identico per i vari campioni di muratura, ha reso immediatamente confrontabili i dati raccolti e catalogati. Le possibilità offerte dal programma di data-base impiegato, inoltre, consente di estrapolare tabelle riassuntive relative ad un particolare attributo, ovvero di scandagliare il materiale raccolto secondo determinati criteri di ricerca.
La prima stesura della *scheda A* di rilevazione da campo, eseguita partendo dalle informazioni desunte dagli studi bibliografici, nel momento del confronto con l'edificio ha subito ripetute correzioni e progressive articolazioni nella definizione dei campi e nella casistica delle risposte che ogni campo suggerisce. L'attività di rilievo sul campo ha consentito di testare e di affinare la stesura della scheda con il fine di poter raccogliere la vastità ed eterogeneità delle situazioni costruttive incontrate.
Il secondo ordine di risultati ottenuti è relativo alla comprensione dei caratteri che individuano il magistero delle murature presenti a Palazzo Sylos Vulpano.
La selezione dei brani di muratura presi a campione, la rilevazione e la catalogazione dei dati relativi ad ognuno di essi, ha permesso di individuare alcuni aspetti caratteristici dell'apparecchio murario.
Si è riscontrato l'impiego di conci lapidei, in calcare com-

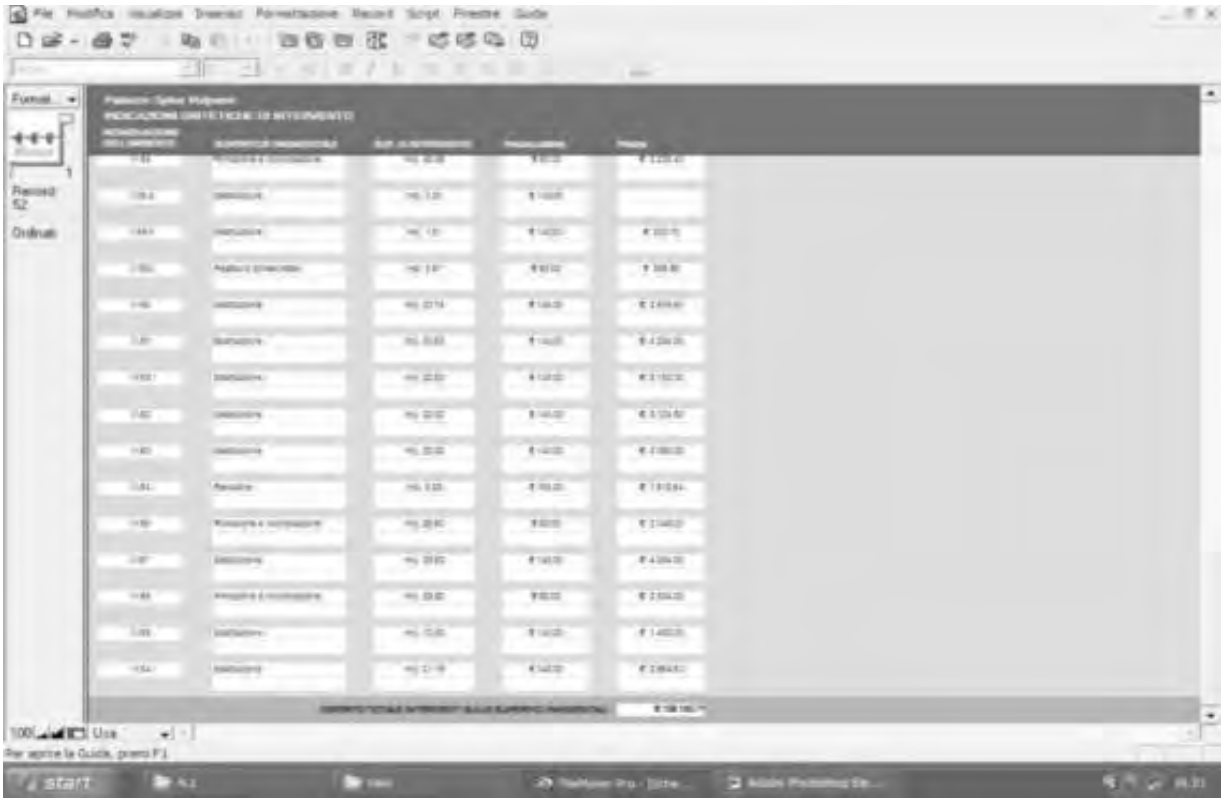


Fig. 19: Tabella relativa alle indicazioni sintetiche di intervento suggerite per le superfici pavimentali e degli importi delle lavorazioni proposte.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

patto caratteristico dell'areale geografico in cui l'edificio è inserito, di forma parallelepipeda non squadrata, con una delle tre dimensioni che la definiscono molto inferiore rispetto alle altre due. Si tratta di un parallelepipedo non squadrato, con dimensioni di base pari a 12-18 cm x 18-32 cm, con uno spessore di 4-5,5 cm. L'impiego di conci di tale forma e dimensioni, probabilmente connesse alla struttura stratiforme della roccia di provenienza, caratterizza l'apparecchio di diversi setti murari e di talune strutture voltate *(Fig. 21)* presenti a Palazzo Sylos Vulpano.

Nella tessitura muraria l'impiego dei conci descritti consente di regolarizzare e di realizzare piani orizzontali di posa all'interno di tessiture composte da scapoli informi di pietrame di varia pezzatura *(Fig. 22)*, conferendo migliore qualità esecutiva e maggiore resistenza della muratura ai carichi verticali.

L'analisi del bugnato che definisce il basamento dei due prospetti principali dell'edificio (su via Planelli e su vico San Luca) ha permesso di apprezzare le qualità esecutive e di finitura del paramento esterno *(Fig. 23)*; la porzione centrale del concio, trattato a bugnato rustico, con lavorazione a scalpello e punteruolo, è delimitata da una fascia piana rifinita a gradina a definire solchi poco profondi a giacitura inclinata a 45° *(Fig. 24)*.

Lo studio di dettaglio dell'apparecchio e della lavorazione superficiale del bugnato ha permesso di individuare, con il valore e il significato storico del paramento murario, le differenti abilità degli artefici che lo hanno realizzato.

Si è riscontrato, all'interno dello sviluppo apparentemente omogeneo del bugnato basamentale la varietà dimensionale dei conci impiegati e le differenze nella sporgenza delle bugne rispetto al piano del paramento, nonché le diverse lavorazioni e finiture del bordo trattato alla gradina. Si tratta di un interessante spunto per la comprensione delle stratificazioni storiche dell'edificio: risulta infatti dalle notizie storiche una trasformazione del prospetto su via

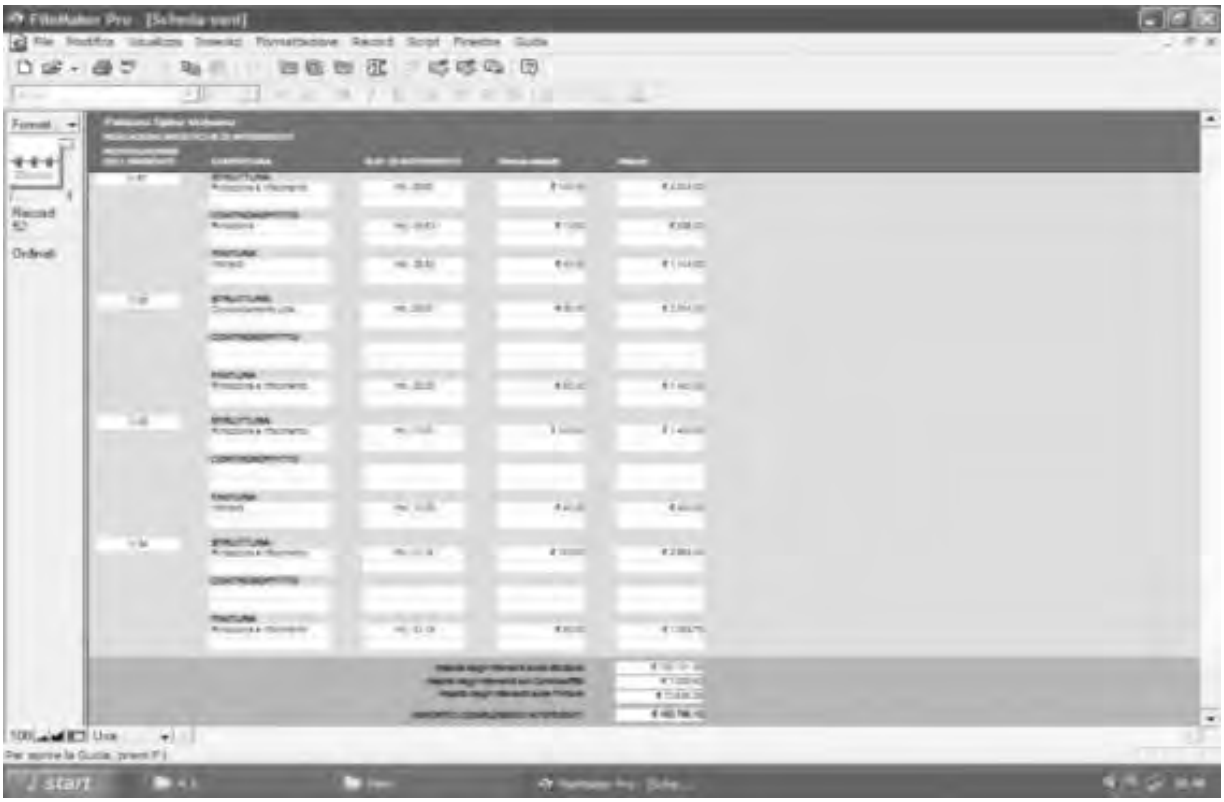


Fig. 20: Tabella relativa alle indicazioni sintetiche di intervento suggerite per le coperture, suddivise in interventi sulla struttura, sull'eventuale controsoffitto e sulla finitura, con gli importi relativi alle lavorazioni proposte.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Planelli di cui tale disomogeneità costruttiva è, con ogni probabilità, la traccia visibile.
Anche i paramenti interni alla corte principale del palazzo, seppure molto simili nell'immagine complessiva che trasmettono, da un'analisi di dettaglio hanno evidenziato differenze cromatiche, di pezzatura e lavorazione superficiale dei conci, che attestano la presenza di riprese del paramento murario *(Fig. 25)*.
Ancora, all'interno di un vano posto al piano terra nell'attuale distribuzione dei livelli, si è rilevata la presenza di un paramento composto da conci squadrati e giunti sottili, disposti secondo filari orizzontali regolari, con lavorazione a bugnato sulla faccia esterna. Tale paramento, parzialmente celato al di sotto di uno strato di intonaco, lavorato in modo da restare a faccia-vista *(Fig. 26)*, testimonia come esso appartenesse ad una superficie esterna. Ciò costituisce aun tassello prezioso per la definizione della complessa stratificazione storica del palazzo.
Alcuni brani di muratura, inoltre, seppur dislocati in punti diversi dell'edificio, sono stati messi in relazione fra di loro in conseguenza di analoghi caratteri di composizione delle malte impiegate: si è rilevata la presenza, in alcuni campioni di muratura, di una malta a base di calce con inerti di natura argillosa, impastata con filamenti di paglia.
Tali attributi, insieme ai caratteri relativi all'apparecchio murario, hanno consentito di stabilire un rapporto nella definizione dell'appartenenza di tali setti murari alla medesima fase di costruzione.
L'osservazione dei paramenti ha portato frequentemante all'individuazione di differenti tessiture murarie all'interno

Fig. 21: Dettaglio dell'apparecchio di una volta a crociera in cui si possono apprezzare i caratteri dimensionali e le modalità di apparecchio dei conci parallelepipedi descritti.

Fig. 22: Dettaglio di un paramento murario sito al piano terra di Palazzo Sylos Vulpano in Bitonto.

Fig. 23: Immagine del basamento bugnato di Palazzo Sylos Vulpano presente sul prospetto principale su via Planelli.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

della costruzione del medesimo setto murario; talvolta ha evidenziato i fori di alloggio (oggi occlusi) di un sistema di travi lignee, segnando la linea di un orizzontamento oggi scomparso, essi mostrano i segni della crescita in verticale della fabbrica e consentono di stabilire rapporti altimetrici fra volumi costruiti e spazi a cielo aperto.
Le considerazioni qui riportate costituiscono soltanto alcune delle osservazioni suscitate nel corso dei rilievi sul campo, della catalogazione dei dati e del momento di raffronto degli spunti nati sul campo con gli esiti della ricerca storico-documentaria.
Il protocollo messo a punto, attuato mediante l'attività che è necessaria per la compilazione in certo modo obbliga a soffermarsi sui singoli aspetti che definiscono la tessitura muraria; ciò ha permesso di mettere in luce attributi che hanno definito il valore intrinseco di alcune murature osservate ed ha consentito di stabilire rapporti costruttivi e relazioni storico-culturali fra le parti dell'edificio e fra quest'ultimo ed il contesto.

4.3.4. Interpretazione dei risultati della scheda B. (I.C.)

L'attività di redazione e successiva verifica sul campo della scheda di rilevazione delle tessiture murarie ha suggerito la necessità di declinare un elenco di attributi ordinati in una seconda scheda al fine di raccogliere e sistematizzare tutte le informazioni relative alla costruzione della fabbrica, rimaste a margine nell'osservazione inerente le tessiture murarie.
Si è dunque determinato, anche con l'ausilio delle osservazioni relative alle facciate esterne, un protocollo di rilevazione completo, in cui i diversi angoli visuali si integrano, consentendo la raccolta di tutte le informazioni relative agli aspetti materici, costruttivi, decorativi e di degrado della fabbrica.
La compilazione delle schede relative alle singole unità spaziali ha fornito, come risultato, un catalogo dei caratteri materico-costruttivi-decorativi della fabbrica, completato dalle informazioni relative allo stato di conservazione delle strutture e delle superfici.
Si tratta di un protocollo il cui impiego registra ordinatamente aspetti dimensionali, materici, costruttivi, decorativi e di degrado di tutte le superfici che compongono i volumi costruiti della fabbrica.
L'esperienza portata avanti durante l'attività svolta sul campo ha dimostrato l'efficacia del protocollo descritto, rinvenibile già nella fase di riordino e di sintesi dei dati raccolti sul campo. La meticolosità con cui il rilevatore è guidato ad osservare le superfici costruite, per compilare i campi declinati dalla scheda, rappresenta un percorso obbligato per mezzo del quale si è condotti a leggere criticamente tutte le superfici dell'edificio.
Questo aspetto costituisce già elemento di grande utilità, dal momento che rappresenta uno strumento attraverso cui poter analizzare e rilevare, con ordine, tutte le porzioni della fabbrica. L'attività di rilevazione sul campo, talvolta sentita come faticosa attività di compilazione di dati ripetitivi, ha dimostrato come l'apparente omogeneità costruttiva possa nascondere elementi significativi nella disamina dei percorsi costruttivi e delle relative stratificazioni subite dalla fabbrica.
L'esperienza condotta in passato nello studio di altri edifici, ha mostrato come sovente il rilievo e la lettura degli aspetti materici, costruttivi e delle stratificazioni storiche avvenga in modo disorganico; le osservazioni, scaturite di volta in volta in base a punti particolari che attraggono l'attenzione, vengono annotate in assenza di uno schema ordinato di riferimento. La raccolta e la sintesi degli esiti delle

Fig. 24: Dettaglio della lavorazione e della finitura superficiale delle bugne.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

osservazioni condotte viene eseguita nella mente di chi ha operato - sintesi che peraltro non può assolutamente mancare - senza un supporto cui poter ancorare la lettura della costruzione dell'architettura analizzata.

L'efficacia e l'utilità si apprezzano quindi tanto nella fase di rilevazione dei dati, quanto nella successiva catalogazione e nell'impiego in fase interpretativa dell'architettura.

Completata la rilevazione sul campo, i dati raccolti ed inseriti nel data-base costituiscono un serbatoio di informazioni cui attingere secondo le angolazioni ed il taglio desiderato. Ad esempio, si può sentire la necessità di visualizzare tutte le informazioni relative ai materiali che compongono il manto pavimentale dell'edificio; opportunamente interrogato il data-base fornisce un resoconto in cui, in forma tabellare, sono raccolti tutti i dati relativi alle superfici pavimentali *(Fig. 27)*.

Analoga ricerca può essere condotta su tutti gli elementi che compongono la costruzione dell'edificio, strutturando il resoconto in funzione del genere di informazioni e della finalità a cui queste sono destinate.

Nel caso del Palazzo Sylos Vulpano sono emersi molteplici aspetti di grande interesse per la comprensione della stratificazione storica della fabbrica, evidenziati dall'impiego di tecniche costruttive strettamente connesse a determinati periodi storici *(Fig. 28)*.

L'elencazione delle tipologie di orizzontamento presenti nella copertura dei singoli vani, ad esempio, costituisce un mezzo attraverso cui si delineano i momenti significativi e le modalità di crescita del palazzo. Mediante la lettura e la rilevazione degli orizzontamenti presenti, dalle strutture voltate in pietra con geometria a botte o a crociera, a quelle lunettate, ai solai in legno con incannucciata, alle volte realizzate con l'impiego di bubbole, fino ai solai in putrelle e laterizio, si è definita la costruzione della fabbrica dal XII al XIX secolo.

Parimenti, si è rivelata significativa l'osservazione e la sintesi dei dati relativi alle modalità costruttive ed agli eventuali apparati decorativi delle aperture: si sono messe in rapporto medesime caratteristiche inerenti il magistero murario impiegato e l'apparato che definisce la lavorazione e l'eventuale decorazione di stipiti ed architravi. La comparazione di elementi aventi le medesime caratteristiche costruttive e/o decorative ha fornito ulteriori spunti utili alla lettura ed alla comprensione delle stratificazioni storiche del monumento.

I resoconti possono fornire, infatti, una sintesi dei materiali e delle tecniche costruttive impiegate assai utile alla comprensione del pregio della costruzione e a mettere in rap-

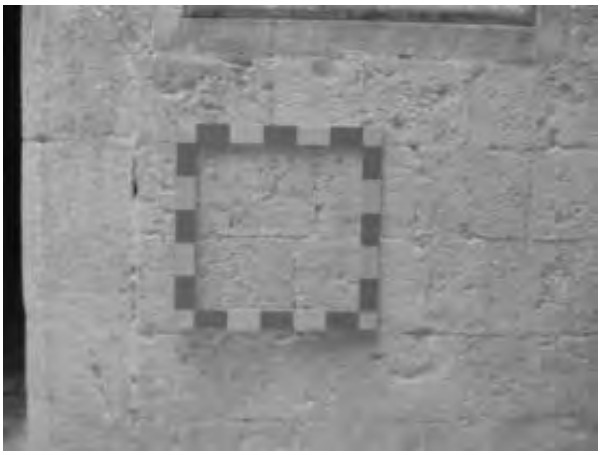


Fig. 25: Dettaglio relativo al paramento murario della corte interna di Palazzo Sylos Vulpano in Bitonto.

Fig. 26: Lavorazione a bugnato, al di sotto dell'intonaco, di un paramento murario a piano terra del Palazzo.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

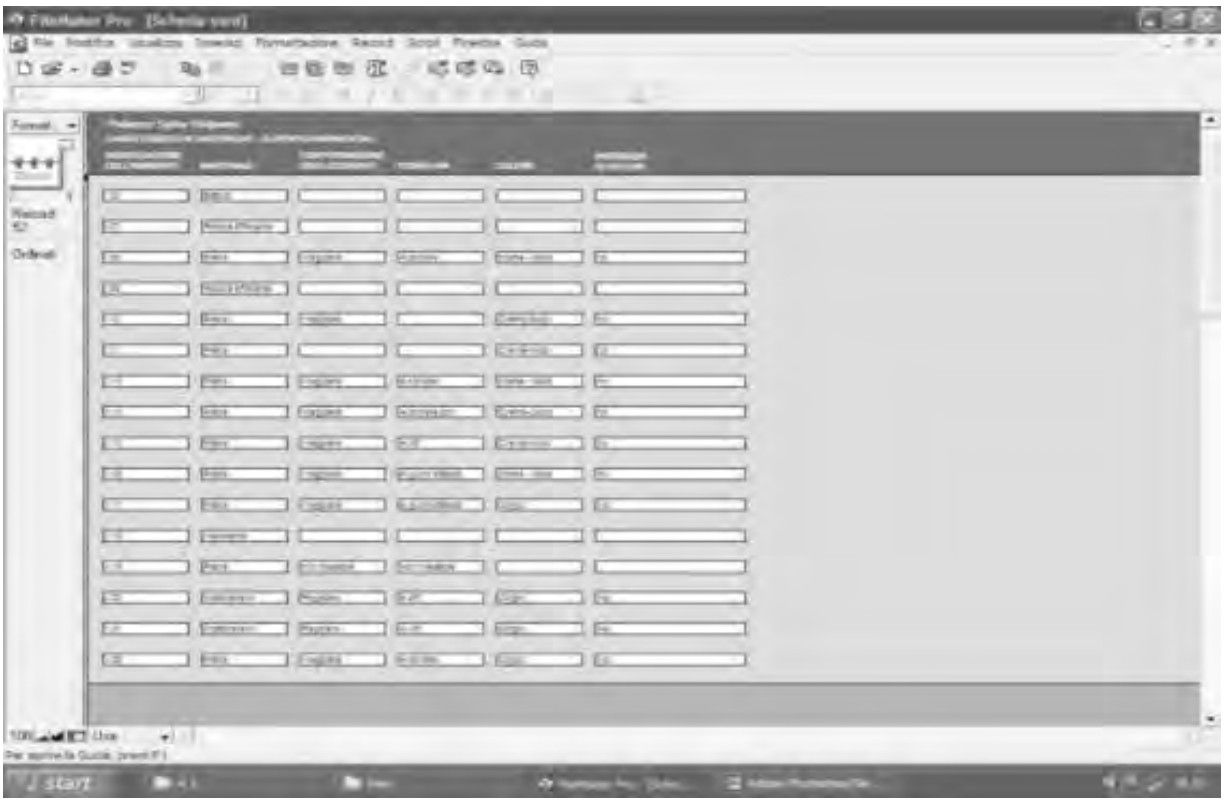


Fig. 27: Estratto del resoconto in forma tabellare che riassume le caratteristiche materiche, di tessitura e la presenza di eventuali decori nelle superfici pavimentali di Palazzo Sylos Vulpano in Bitonto.

porto storico-culturale porzioni diverse dell'edificio, oppure fornire informazioni utili per un intervento conservativo, alla luce dei dati raccolti sullo stato di degrado degli elementi che compongono la fabbrica. Si tratta di un bagaglio di informazioni che, con il vantaggio di essere ordinato su base informatica, può essere interrogato in funzione delle diverse necessità che possono essere storico-conoscitive o funzionali all'intervento di restauro.

Fig. 28: Immagine relativa ad un arco lunato di fattura medievale, rilevato nel piano sotterraneo del Palazzo Sylos Vulpano in Bitonto. L'annotazione relativa alla localizzazione dell'arco permette di registrarne la presenza, consentendo di metterlo in rapporto la stratificazione storica della fabbrica.

NOTE.

[1] La scheda è stata composta facendo uso del software File Maker,

[2] Il campo "Riferimento Planimetrico" è programmato come contenitore in cui poter importare immagini in formato jpg relative alla distribuzione degli spazi della fabbrica oggetto di studio.

[3] Ogni riquadro è un contenitore in cui poter importare immagini in formato jpg ritraesti le sei superfici analizzate.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 1:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE TESSITURE MURARIE- PARTE 1

CODICE 006
DATA RILIEVO 29/05/2003
DATA DI IMMISSIONE 29/05/2003
AGGIORNAMENTO

UBICAZIONE Bitonto - Bari
DENOMINAZIONE DEL MANUFATTO Palazzo Sylos Vulpano
DENOMINAZIONE DELL'OGGETTO muro distanza fl.29

RIFERIMENTO PLANIMETRICO

ACCESSIBILITA' consentita

ESTENSIONE DEL CAMPIONE Lunghezza 1,20 m Altezza 1,50 m Spessore 0,60 m

OSSERVAZIONI

PRESENZA DI RIMANEGGIAMENTI NO

TIPOLOGIA Elevazione
MODALITA' COSTRUTTIVA A sacco

Palazzo Sylos Vulpano 006

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 1:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE TESSITURE MURARIE- PARTE 2

PARAMENTO A

NON ISPEZIONABILE
ISPEZIONABILE x

CONFORMAZIONE SUPERFICIALE: Verticale
APPARECCHIO MURARIO: Pseudoisodomo

OSSERVAZIONI
Si è individuato come param. A quello interno alla stanza II.29
In alcuni punti si è riscontrata la presenza di paglia nella malta.
Tracce di intonaco

MATERIALI

	PIETRA x	LATERIZIO	ALTRO
TIPO	Calcare compatto	TIPO	
PROBABILE PROVENIENZA	Cava locale	IMPASTO	
COLORE	Crema - livido	COTTURA	

CONCI

DIMENSIONI Lughezza min 11 max 31 Altezza min 4 max 26 cm Spessore 19 - 20 cm
CONFORMAZIONE Parallelepipedo Squadrato sul paramento esterno Ciottolo

LAVORAZIONE: Sbozzato
ATTREZZI: Accetta, Scalpello
FINITURA SUPERFICIALE: Assente
SPIGOLI: Non lavorati
GIACITURA DEI FILARI: Mista
ALTEZZA DEI CORSI: Variabile

Accetta Mazza Martellina Bocciarda
Scalpello Subbia Gradina Rabvi

GIUNTI

DIMENSIONE: Variabile: min 1 cm max 3 cm
CONFORMAZIONE: Stilati - a sorella
FINITURA: Assente

MALTA

GRANULOMETRIA: Media
CONSISTENZA: Media
PROBABILE COMPOSIZIONE: Calce, Paglia

PRESENZA DI RIMANEGGIAMENTI
NO

Palazzo Sylos Vulpano 006

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 1:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE TESSITURE MURARIE- PARTE 3

PARAMENTO B

NON ISPEZIONABILE
ISPEZIONABILE x

CONFORMAZIONE SUPERFICIALE: Verticale
APPARECCHIO MURARIO: Pseudoisodomo
OSSERVAZIONI:

Tracce di intonaco

MATERIALI

	PIETRA x	LATERIZIO	ALTRO
TIPO	Calcare compatto	TIPO	
PROBABILE PROVENIENZA	Cava locale	IMPASTO	
COLORE	Crema - livido	COTTURA	

CONCI

DIMENSIONI: Lunghezza min 15 max 34 | Altezza min 5 max 26 cm | Spessore 20-22 cm
CONFORMAZIONE: Parallelepipedo Non squadrato | Ciottolo
LAVORAZIONE: Sbozzato
ATTREZZI FINITURA SUPERFICIALE: Accetta, Scalpello
Assente
SPIGOLI: Non lavorati
GIACITURA DEI FILARI: Mista
ALTEZZA DEI CORSI: Variabile

GIUNTI

DIMENSIONE: Variabile: min 1 cm max 3 cm
CONFORMAZIONE: Sfalsati - a sorella
FINITURA: Assente

MALTA

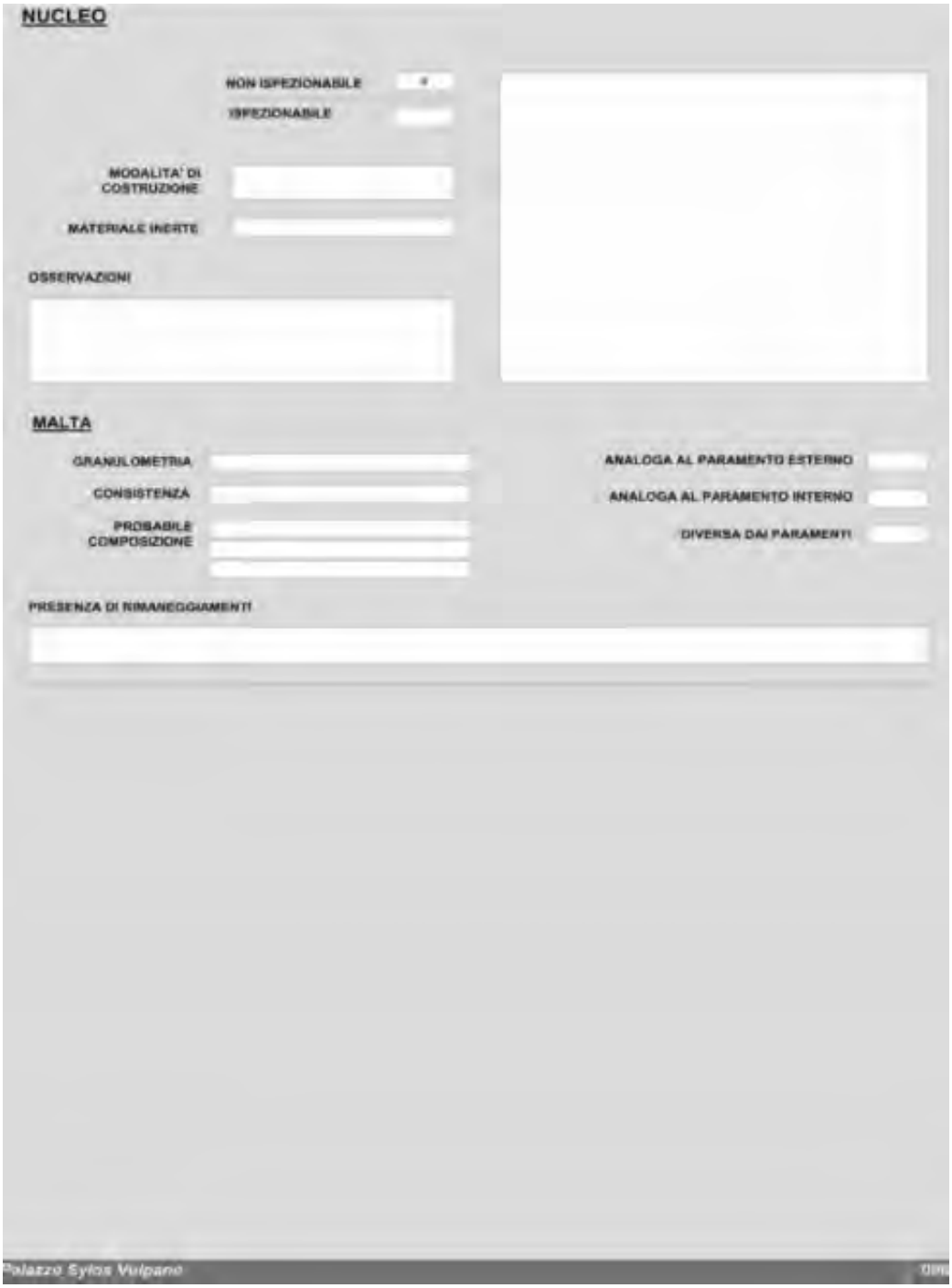
GRANULOMETRIA: Media
CONSISTENZA: Pastosa
PROBABILE COMPOSIZIONE: Calce

PRESENZA DI RIMANEGGIAMENTI
NO

Palazzo Sylos Vulpano 006

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 1:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE TESSITURE MURARIE- PARTE 4



PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 2:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE TESSITURE MURARIE - DETTAGLIO DEI PARAMETRI DI RILEVAZIONE.

SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE TESSITURE MURARIE
Dettaglio dei parametri di rilevazione

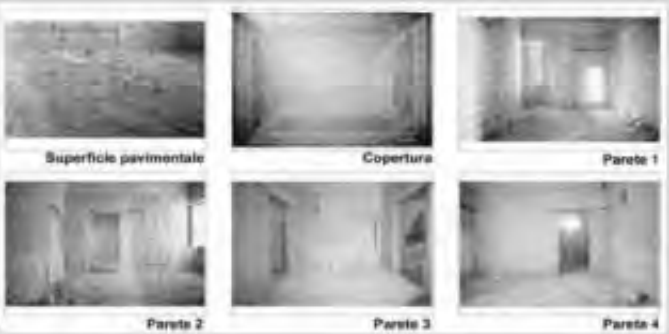
INDIVIDUAZIONE DELL'UNITA' DI INDAGINE			
	CODICE	*Testo*	
	DATA DI RILIEVO	*Testo*	
	DATA DI IMMISSIONE	*Testo*	
	AGGIORNAMENTO	*Testo*	
	UBICAZIONE	*Testo*	
	DENOMINAZIONE DEL MANUFATTO	*Testo*	
	INDIVIDUAZIONE DELL'AMBIENTE	*Testo*	
	RIFERIMENTO PLANIMETRICO	*Immagine*	
	ACCESSIBILITA'	*Lista valori*	Consentita Non consentita
	ESTENSIONE DEL CAMPIONE	Lunghezza	*Numero*
		Larghezza	*Numero*
		Spessore	*Numero*
	OSSERVAZIONI	*Testo*	
	PRESENZA DI RIMANEGGIAMENTI	*Lista valori*	Si No
	TIPOLOGIA	*Lista valori*	Fondazione Attacco a terra Elevazione Coronamento Elemento puntuale
	MODALITA' COSTRUTTIVA	*Lista valori*	A sacco Ad una testa A due teste Altro
PARAMENTO A/B			
	NON ISPEZIONABILE	*Testo*	
	ISPEZIONABILE	*Testo*	
	CONFORMAZIONE SUPERFICIALE	*Lista valori*	Verticale A scarpa Con risega Altro
	APPARECCHIO MURARIO	*Lista valori*	Non rilevabile Isodomo Pseudoisodomo Opus incertum Opus listatum Opus reticulatum Altro
	OSSERVAZIONI	*Testo*	
MATERIALI			
PIETRA	TIPO LAPIDEO	*Lista valori*	Marmo bianco Marmo colorato Calcare poroso Calcare compatto Breccia Calcarenite Granito Altro
	PROBABILE PROVENIENZA	*Lista valori*	Cava locale Cava esterna Reimpiego Altro
	COLORE	*Lista valori*	Bianco Crema Livido Crema-livido Grigio Altro
LATERIZIO	TIPO	*Lista valori*	Pieno Forato

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

			Altro
	IMPASTO	*Lista valori*	Omogeneo Disomogeneo
	COTTURA	*Lista valori*	Crudo Cotto
	ALTRO	*Testo*	
CONCI	DIMENSIONI	Lunghezza	*Numero*
		Altezza	*Numero*
		Spessore	*Numero*
	CONFORMAZIONE		
	PARALLELEPIPEDO	*Lista valori*	Non rilevabile Squadrato Squadrato sul paramento esterno Non squadrato A coda Altro
	CIOTTOLO	*Lista valori*	Spaccato Spaccato e parzialmente Spiaggia Altro
GIUNTI	CONFORMAZIONE	*Lista valori*	Sfalsati A sorella Irregolari Misti
	FINITURA	*Lista valori*	Assente Stilata Sporgente Lisciata Altro
	DIMENSIONE	*Lista valori*	Non rilevabile Costante Variabile
MALTA	GRANULOMETRIA	*Lista valori*	Fine Media Grossolana
	CONSISTENZA	*Lista valori*	Tenace Media Pastosa Polverosa
	PROBABILE COMPOSIZIONE	*Lista valori*	Cocciopesto Pozzolana Calce Cemento Altro
	Presenza di rimaneggiamenti	*Lista valori*	Si No
NUCLEO			
	NON ISPEZIONABILE	*Testo*	
	ISPEZIONABILE	*Testo*	
	MODALITA' DI COSTRUZIONE	*Lista valori*	Non apparecchiato Apparecchiato con conci (muratura intrecciata) Apparecchiato con scapoli a piani di giacitura orizzontali Apparecchiato con scapoli a piani e inclinazioni variabili
MALTA	ANALOGA AL PARAMENTO A	*Testo*	
	ANALOGA AL PARAMENTO B	*Testo*	
	DIVERSA DAI PARAMENTI	*Testo*	
	GRANULOMETRIA	*Lista valori*	Fine Media Grossolana
	CONSISTENZA	*Lista valori*	Tenace Media Pastosa Polverosa
	PROBABILE COMPOSIZIONE	*Lista valori*	Cocciopesto Pozzolana Calce Cemento Altro
	PRESENZA DI RIMANEGGIAMENTI	*Lista valori*	Si No

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 3:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE UNITÀ SPAZIALI - PARTE 1

CODICE	045
DATA RILIEVO	04.04.2003
DATA DI IMMISSIONE	04.04.2003
AGGIORNAMENTO	
UBICAZIONE	Bitonto - Bari
DENOMINAZIONE DEL MANUFATTO	Palazzo Sylos Vulpano
INDIVIDUAZIONE DELL'AMBIENTE	III.63
RIFERIMENTO PLANIMETRICO	
ACCESSIBILITA'	consentita
MODALITA' DI ISPEZIONE	Misure in situ
OSSERVAZIONI	
INDIVIDUAZIONE DELLE SUPERFICI	

Palazzo Sylos Vulpano III.6

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 3:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE UNITÀ SPAZIALI - PARTE 2

SUPERFICIE PAVIMENTALE

DIMENSIONI — Lunghezza: m. 5,50 — Larghezza: m. 4,00 — Superficie: mq. 22,00

CONFORMAZIONE SUPERFICIALE: Con avvallamenti
GIACITURA DEL PIANO: Orizzontale

OSSERVAZIONI
Si sono rilevati i segni dell'esistenza di un pavimento ad elementi quadrati disposti a 45° oggi rimossi; probabilmente si trattava di basole in pietra

CARATTERISTICHE MATERICHE

MATERIALE: Terriccio
CONFORMAZIONE DEGLI ELEMENTI
DIMENSIONE DEGLI ELEMENTI: lunghezza — larghezza — spessore
TESSITURA
COLORE
PRESENZA DI DECORI

STATO DI CONSERVAZIONE

DEGRADO DEGLI ELEMENTI		DEGRADO DEL PIANO DI POSA		DEGRADO DEI GIUNTI	
Fratturazione		Disgregazione dell'allettamento	x	Disgregazione	
Alveolizzazione		Disgregazione del sottofondo	x	Lacune	
Distacchi		Presenza di vegetazione		Presenza di vegetazione	
Presenza di incrostazioni		Umidità		Umidità	
Presenza di efflorescenze		Altro		Altro	
Macchie					
Deiezioni animali					
Umidità					
Altro					

INDICAZIONI SINTETICHE DI INTERVENTO

ELEMENTI: Sostituzione — 100 %

COPERTURA

NON ESISTENTE
X — ESISTENTE

SOLAIO — VOLTA: x
TIPOLOGIA — TIPOLOGIA: A padiglione
MATERIALI — MATERIALI: Tufo e pietra
CONCI: Squadrato

CONFORMAZIONE GEOMETRICA: A volta
PRESENZA DI CONTROSOFFITTO: No
FINITURA DELL'INTRADOSSO: A vista

OSSERVAZIONI
La volta è apparecchiata con conci di tufo e con conci di pietra; questi ultimi hanno altezze molto ridotte rispetto alle lunghezze ed alla profondità

STATO DI CONSERVAZIONE

DEGRADO DELLA STRUTTURA		DEGRADO DEL CONTROSOFFITTO		DEGRADO DELLA FINITURA	
Deformazione	x	Parti mancanti		Depositi superficiali	
Parti mancanti		Parti pericolanti		Efflorescenze	
Parti pericolanti		Deformazioni		Esfoliazioni	
Quadro fessurativo		Umidità		Distacchi	
Depositi superficiali		Altro		Lacune	
Efflorescenze				crisle	
Muschi e licheni				Muschi e licheni	
Disgregazione dei giunti				Deiezioni animali	
Umidità				Umidità	
Altro				Altro	

INDICAZIONI SINTETICHE DI INTERVENTO

STRUTTURA: Consolidamento volta — 100 % — CONTROSOFFITTO — FINITURA: Intonaco — 100 %

Palazzo Sylos Vulpano

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 3:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE UNITÀ SPAZIALI - PARTE 3

PARETE 1

DIMENSIONI — Larghezza m. 4,00 — Altezza m. 3,60 — Superficie mq. 14,40

CONFORMAZIONE SUPERFICIALE: Verticale
FINITURA SUPERFICIALE: A vista
APPARECCHIO MURARIO: Pseudoisodomo

OSSERVAZIONI
Sono evidenti considerevoli trasformazioni dell'assetto della muratura: vano parzialmente tompagnato, apertura di nuovi varchi, rincocciatura eseguita con malta e ciottoli di piccola pezzatura
Tracce di intonaco

MATERIALI

PIETRA	x	LATERIZIO		ALTRO	
TIPO LAPIDEO	calcare	TIPO			
PROBABILE PROVENIENZA	Cava locale	IMPASTO			
COLORE	Bianco	COTTURA			

CONCI

DIMENSIONI — Larghezza min 15 max 40 — Altezza min 5 max 25 — Spessore non rilevabile
CONFORMAZIONE — Parallelepipedo Non squadrato — Ciottolo

GIUNTI

CONFORMAZIONE DEI GIUNTI: Sbiausi
FINITURA: Assente
DIMENSIONE: min 2 max 3 cm

MALTA

GRANULOMETRIA: Media
PROBABILE COMPOSIZIONE: Calce

VARCO-APERTURA

DIMENSIONI — Larghezza m. 1,30 — Altezza m. 1,80 — Spessore m. 0,65
MAGISTERO COSTRUTTIVO — Orizzontale A stipiti e squinci — Verticale Architrave e arco

MATERIALI: Calcare compatto — Calcare compatto

FINESTRE

INFISSO: A doppia anta
MATERIALE: Legno

PORTE

INFISSO:
MATERIALE:

OSSERVAZIONI

STATO DI CONSERVAZIONE

DEGRADO DEL PARAMENTO MURARIO

Alveolizzazione		Depositi superficiali	
Corrosione	x	Efflorescenze	
Macchie		Esfoliazioni	
Croste		Distacchi	
Lacune	x	Lacune	
Quadro fessurativo		Croste	
Depositi superficiali		Muschi e licheni	
Efflorescenze		Deiezioni animali	
Muschi e licheni		Fessurazioni	
Deiezioni animali		Macchie	
Disgregazione dei giunti	x	Umidità	
Umidità	Di infiltrazione	Altro	
Altro			

DEGRADO DELLA FINITURA

DEGRADO DEGLI INFISSI

Porte	
Finestre	Fatiscente
Ferramenta	Fatiscente

INDICAZIONI SINTETICHE DI INTERVENTO

PARAMENTO MURARIO			FINITURA			INFISSI	
	Stilatura dei giunti	100 %		Intonaco	100 %		Sostituzione finestre

Palazzo Sylos Vulpario — BLE

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 3:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE UNITÀ SPAZIALI - PARTE 4

PARETE 2

DIMENSIONI Larghezza m. 5,50 · Altezza m. 3,60 · Superficie mq. 19,80

CONFORMAZIONE SUPERFICIALE Verticale
FINITURA SUPERFICIALE A vista
APPARECCHIO MURARIO Pseudoisodomo

OSSERVAZIONI
Vi è un arco in pietra di luce considerevole tompagnato in tufo

MATERIALI

	PIETRA		LATERIZIO		ALTRO
TIPO LAPIDEO	Calcare	Calcarenite	TIPO		
PROBABILE PROVENIENZA	Cava locale	Cava locale	IMPASTO		
COLORE	Bianco	Crema	COTTURA		

CONCI
DIMENSIONI Larghezza pietra min13 max 40cm · Altezza pietra min 5 max 25 cm · Spessore pietra min 15 max 25
CONFORMAZIONE Parallelepipedo Non squadrato · Ciottolo

GIUNTI
CONFORMAZIONE DEI GIUNTI Stilati - a screta
FINITURA Assente
DIMENSIONE Variabile: min 1cm max

MALTA
GRANULOMETRIA Media
PROBABILE COMPOSIZIONE Calce

VARCO-APERTURA
DIMENSIONI Larghezza m. 1,30 · Altezza m. 2,50 · Spessore m. 0,25
MAGISTERO COSTRUTTIVO Orizzontale Con mazzetta a spigolo vivo · Verticale Architrave
MATERIALI Calcarenite · Legno

FINESTRE
INFISSO
MATERIALE

PORTE
INFISSO Inesistente
MATERIALE

OSSERVAZIONI

STATO DI CONSERVAZIONE

DEGRADO DEL PARAMENTO MURARIO		DEGRADO DELLA FINITURA		DEGRADO DEGLI INFISSI	
Alveolizzazioni		Depositi superficiali	x	Porte	inesistente
Corrosione	x	Efflorescenze		Finestre	
Macchie		Esfoliazioni		Ferramenta	
Croste		Distacchi			
Lacune		Lacune			
Quadro fessurativo	x	Croste			
Depositi superficiali		Muschi e licheni			
Efflorescenze		Deiezioni animali			
Muschi e licheni		Fessurazioni			
Deiezioni animali		Macchie			
Disgregazione dei giunti	x	Umidità			
Umidità	Di infiltrazione	Altro			
Altro					

INDICAZIONI SINTETICHE DI INTERVENTO

PARAMENTO MURARIO			FINITURA			INFISSI	
	Stilatura dei giunti	100 %	Intonaco		100 %	Sostituzione porte	
	Consolidamento	30 %					

Palazzo Sylos Vulpano BLE

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 3:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE UNITÀ SPAZIALI - PARTE 5

PARETE 3

DIMENSIONI — Larghezza: m. 4,00 — Altezza: m. 3,60 — Superficie: mq. 14,40

CONFORMAZIONE SUPERFICIALE: Verticale
FINITURA SUPERFICIALE: A vista
APPARECCHIO MURARIO: Pseudoisodomo

OSSERVAZIONI
Vi sono una finestra ed un arco tompagnati

MATERIALI

PIETRA		LATERIZIO		ALTRO	
TIPO LAPIDEO	calcare	TIPO			
PROBABILE PROVENIENZA	Cava locale	IMPASTO			
COLORE	Grigio	COTTURA			

CONCI

DIMENSIONI — Lunghezza: min 10 max 48 — Altezza: min 4 max 34 cm — Spessore: N.r.
CONFORMAZIONE — Parallelepipedo Non squadrato — Ciottolo

GIUNTI

CONFORMAZIONE DEI GIUNTI: Sfalsati
FINITURA: Assente
DIMENSIONE: min 1 cm max 2,5 cm

MALTA

GRANULOMETRIA: Media
PROBABILE COMPOSIZIONE: Calce, inerti a pagla

VARCO-APERTURA

DIMENSIONI — Larghezza — Altezza — Spessore
MAGISTERO COSTRUTTIVO — Orizzontale — Verticale
MATERIALI

FINESTRE

INFISSO
MATERIALE

PORTE

INFISSO
MATERIALE

OSSERVAZIONI

STATO DI CONSERVAZIONE

DEGRADO DEL PARAMENTO MURARIO		DEGRADO DELLA FINITURA		DEGRADO DEGLI INFISSI	
Alveolizzazione	x	Depositi superficiali		Porte	
Corrosione		Efflorescenze		Finestre	
Macchie	x	Esfoliazioni		Ferramenta	
Croste		Distacchi			
Lacune		Lacune			
Quadro fessurativo		Croste			
Depositi superficiali	x	Muschi e licheni			
Efflorescenze		Deiezioni animali			
Muschi e licheni		Fessurazioni			
Deiezioni animali		Macchie			
Disgregazione dei giunti	x	Umidità			
Umidità		Altro			
Altro					

INDICAZIONI SINTETICHE DI INTERVENTO

PARAMENTO MURARIO	Stilatura dei giunti	100 %	FINITURA	intonaco	100 %	INFISSI	

Palazzo Sylos Vulpano III.6.1

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 4:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE UNITÀ SPAZIALI - DETTAGLIO DEI PARAMETRI DI RILEVAZIONE.

SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE UNITA' SPAZIALI
Dettaglio dei parametri di rilevazione

INDIVIDUAZIONE DELL'UNITA' DI INDAGINE			
	CODICE	*Testo libero*	
	DATA DI RILIEVO	*Testo libero*	
	DATA DI IMMISSIONE	*Testo libero*	
	AGGIORNAMENTO	*Testo libero*	
	UBICAZIONE	*Testo libero*	
	DENOMINAZIONE DEL MANUFATTO	*Testo libero*	
	INDIVIDUAZIONE DELL'AMBIENTE	*Testo libero*	
	RIFERIMENTO PLANIMETRICO	*Immagine*	
	ACCESSIBILITÀ	*Lista valori*	Consentita Non consentita
	MODALITÀ DI ISPEZIONE	*Lista valori*	Esame visivo Esame visivo e tattile Misure in situ Prelevamento di campioni
	OSSERVAZIONI	*Testo libero*	
	INDIVIDUAZIONE DELLE SUPERFICI	*Immagini*	
SUPERFICIE PAVIMENTALE			
	DIMENSIONI	Lunghezza	Numero
		Larghezza	Numero
		Superficie	Calcolato
	CONFORMAZIONE SUPERFICIALE	*Lista valori*	Piana Con avvallamenti Con gradini Altro
	GIACITURA DEL PIANO	*Lista valori*	Orizzontale Ad unica inclinazione A doppia inclinazione Altro
CARATTERISTICHE MATERICHE			
	MATERIALE	*Lista valori*	Pietra Cotto Legno Maiolica Ceramica Graniglia Materiale di cemento Battuto Altro
	CONFORMAZIONE DEGLI ELEMENTI	*Lista valori*	Regolare Irregolare
	DIMENSIONE DEGLI ELEMENTI	Lunghezza	Numero
		Larghezza	Numero
		Spessore	Numero
	TESSITURA	*Lista valori*	Non rilevabile A giunti allineati A giunti sfalsati A correre A spina di pesce A canestro A 45° A mosaico A ventaglio Accostolato Altro
	COLORE	*Testo libero*	
	PRESENZA DI DECORI	*Testo libero*	
DEGRADO DEGLI ELEMENTI	Fratturazione		
	Alveolizzazione		
	Distacchi		

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

	Presenza di incrostazioni		
	Presenza di efflorescenze		
	Macchie		
	Deiezioni animali		
	Umidità	Di risalita	
		Di infiltrazione	
		Di condensa	
	Altro	Testo libero	
DEGRADO DEL PIANO DI POSA	Disgregazione dell'allettamento		
	Disgregazione del sottofondo		
	Presenza di vegetazione		
	Umidità	Di risalita	
		Di infiltrazione	
		Di condensa	
	Altro	*Testo libero*	
DEGRADO DEI GIUNTI	Disgregazione		
	Lacune		
	Presenza di vegetazione		
	Umidità	Di risalita	
		Di infiltrazione	
		Di condensa	
	Altro	Testo libero	
INDICAZIONI SINTETICHE DI INTERVENTO			
	ELEMENTI	Revisione Restauro conservativo Rimozione e ricollocazione Sostituzione	
COPERTURA			
SOLAIO	TIPOLOGIA	Ad orditura unica A doppia orditura A margherita A voltarrane Altro	
	MATERIALE	Non rilevabile Ferro e laterizio Legno Latero-cemento Cemento Altro	
VOLTA	TIPOLOGIA	Ad botte A crociera A vela A padiglione Altro	
	MATERIALE	Non rilevabile Pietra Calcarenite Laterizio Bubbole Altro	
	CONCI	Non rilevabile Squadrati Squadrati sul paramento est. Non squadrati A coda Altro	
	CONFORMAZIONE GEOMETRICA	Piana Inclinata A volta Altro	
	PRESENZA DI CONTROSOFFITTO	No Incannucciato Tela Cartongesso Legno Altro	
	FINITURA DELL'INTRADOSSO	A vista Intonaco Stucco Affresco Dipinto Cartapesta Altro	
INDICAZIONI SINTETICHE	STRUTTURA	Restauro	

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

DI INTERVENTO		Consolidamento volta Consolidamento solaio Rimozione e rifacimento	
	CONTROSOFFITTO	Restauro-consolidamento Rimozione Rimozione e rifacimento	
	FINITURA	Restauro Restauro pittorico Integrazione Rimozione Rimozione e rifacimento Scialbo Intonaco	
PARETE 1/2/3/4			
	DIMENSIONI	Lunghezza	Numero
		Larghezza	Numero
		Superficie	Calcolato
	CONFORMAZIONE SUPERFICIALE	Verticale A scarpa Con risega Altro	
	FINITURA SUPERFICIALE	A vista Intonaco Scialbo Stucco Affresco Altro	
	APPARECCHIO MURARIO	Non rilevabile Isodomo Pseudoisodomo Opus incertum Opus testatum Opus reticulatum Altro	
	OSSERVAZIONI	Testo libero	
MATERIALI			
PIETRA	TIPO LAPIDEO	Marmo bianco Marmo colorato Calcare poroso Calcare compatto Breccia Calcarenite Granito Altro	
	PROBABILE PROVENIENZA	Cava locale Cava esterna Reimpiego Altro	
	COLORE	Bianco Crema Livido Crema-livido Grigio Altro	
LATERIZIO	TIPO	Pieno Forato Altro	
	IMPASTO	Omogeneo Disomogeneo	
	COTTURA	Crudo Cotto	
ALTRO		Testo libero	
CONCI	DIMENSIONI	Lunghezza	Numero
		Altezza	Numero
		Spessore	Numero
	CONFORMAZIONE		
	PARALLELEPIPEDO	Non rilevabile Squadrato Squadrato sul paramento esterno Non squadrato A coda Altro	
	CIOTTOLO	Spaccato Spaccato e parzialmente	

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

		Spianato Altro	
GIUNTI	CONFORMAZIONE	Stilati A sorella Irregolari Misti	
	FINITURA	Assenti Stilata Sprigarnie Lisciata Altro	
	DIMENSIONE	Non rilevabile Costante Variabile	
MALTA	GRANULOMETRIA	Fine Media Grossolana	
	PROBABILE COMPOSIZIONE	Cocciopesto Pozzolana Calce Cemento Altro	
VARCO-APERTURA			
	DIMENSIONI	Lunghezza	Numero
		Larghezza	Numero
		Spessore	Numero
MAGISTERO COSTRUTTIVO	ORIZZONTALE	Breccia con conci informi Breccia con bolognini Stipite Sguincio Mezzetta a spigolo vivo Altro	
	VERTICALE	Arco Piattabanda Architrave Voghia Altro	
	MATERIALI	Marmo Granito Calcare compatto Breccia Calcarenite Laterizio Legno Ferro Argilla Altro	
FINESTRE			
	TIPO INFISSO	Inesistente Ad anta unica A doppia anta Altro	
	MATERIALE INFISSO	Legno Ferro Altro	
PORTE			
	TIPO INFISSO	Inesistente Ad anta unica A doppia anta Altro	
	MATERIALE INFISSO	Legno Ferro Altro	
	OSSERVAZIONI	*Testo libero*	
STATO DI CONSERVAZIONE			
DEGRADO DEL PARAMENTO MURARIO		Alveolizzazione	
		Corrosione	
		Macchie	
		Croste	
		Lacune	
		Quadro fessurativo	
		Depositi superficiali	
		Efflorescenze	
		Muschi e licheni	
		Deiezioni animali	

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

		Disgregazione dei giunti	
		Umidità di infiltrazione	
		Umidità di risalita	
		Umidità di condensazione	
		Altro	*Testo libero*
DEGRADO DELLA FINITURA		Depositi superficiali	
		Efflorescenze	
		Esfoliazioni	
		Distacchi	
		Lacune	
		Croste	
		Muschi e licheni	
		Deiezioni animali	
		Fessurazioni	
		Macchie	
		Umidità di infiltrazione	
		Umidità di risalita	
		Umidità di condensazione	
		Altro	*Testo libero*
DEGRADO DEGLI INFISSI	PORTE	Inesistente In buono stato Ammalorato Fatiscente	
	FINESTRE	Inesistente In buono stato Ammalorato Fatiscente	
	FERRAMENTA	Inesistente In buono stato Ammalorato Fatiscente	
INDICAZIONI SINTETICHE DI INTERVENTO			
	PARAMENTO MURARIO	Pulitura Stilatura Scuci - Cuci Restauro Elementi Lapidei Integrazione Elementi Pietra da Taglio Consolidamenti	
	FINITURA	Restauro Integrazione Rimozione Rimozione e Rifacimento Scialbo Intonaco Restauro Pittorico	
	INFISSI	Revisione Restauro Sostituzione finestra Sostituzione porta Sostituzione portone	

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

4.4 Valutazione delle qualità costruttive e strutturali del Palazzo Sylos Vulpano in Bitonto: le cortine murarie esterne.

F. Loiudice

Ogni intervento di conservazione presuppone l'attenta ed accurata analisi del manufatto, prendendo in considerazione non solo le caratteristiche tipologiche e morfologiche, ma anche gli aspetti costruttivi e materiali che ne formano la compagine architettonica; ciò al fine di leggere e individuare i fenomeni di degrado che interessano la fabbrica, in vista del loro restauro.
La conoscenza approfondita del manufatto è presupposto indispensabile per giungere a proposte congrue e metodologicamente corrette in fase del progetto di restauro.

Tale analisi si è sviluppata in tre fasi fondamentali:
- la ricerca e lo sviluppo di una metodologia che potesse descrivere in modo esauriente tutte le caratteristiche (materiali, tecniche, stato di conservazione) dei manufatti di tipo tradizionale e che potesse comprendere la più vasta casistica possibile;
- la ricerca e lo sviluppo di un sistema di archiviazione dei suddetti elementi, allo stesso tempo sintetico ed esauriente, facilmente compilabile e consultabile;
- l'utilizzo di un modello che a titolo esemplificativo potesse verificare l'efficacia del metodi di analisi e di archiviazione adottati.

Sebbene distinte, le varie fasi sono state sviluppate sincronicamente; fondamentale si è rivelato il confronto con una realtà complessa come il palazzo *Sylos Vulpano* in Bitonto, oggetto dello studio.
Tale complessità è servita da base per comprendere gli elementi fondamentali da considerare in fase di analisi e le problematiche di fronte alle quali ci si può trovare in fase di redazione di un intervento di conservazione.
In ogni fase si è però tenuto sempre ben presente che un modello, sebbene così complesso, non esaurisce completamente la casistica di elementi, tecniche e materiali riscontrabili. Per tale motivo, all'attenta e scrupolosa osservazione delle caratteristiche del caso di studio, si è posta una particolare attenzione nell'integrare e rendere più vaste a generalizzabili possibile le varianti riscontrabili in un generico manufatto[1].
Il presente contributo si rivolge allo studio dei prospetti esterni di una generica fabbrica, sviluppandosi sulla base e sulle considerazioni fatte sui prospetti esterni del Palazzo Sylos Vulpano (prospetti esterni: Nord ed Ovest, e prospetti interni al cortile: Est, Ovest e Sud)[2].
La necessità di una schematizzazione degli elementi e delle caratteristiche riscontrate ha portato in primo luogo a leggere ogni prospetto nella sua totalità e solo successivamente si è rivolta l'attenzione verso quegli elementi che costituiscono situazioni specifiche e posseggono una propria caratterizzazione, come ad esempio decorazioni, aperture, ecc...

Nella parte generale dell'analisi, oltre alla quantificazione delle superfici considerate, è stato preso in esame il paramento murario, non solo nel suo aspetto figurativo, ma anche costruttivo e materico, nella convinzione che l'eventuale intervento esterno non debba riguardare solo la superficie e l'aspetto della fabbrica ma anche la materia che lo costituisce.
L'attenzione è stata rivolta alla conformazione e all'apparecchio del paramento murario; ai materiali utilizzati, considerandone il tipo, la provenienza, la dimensione degli elementi, la lavorazione, gli aspetti cromatici; infine alla finitura, anch'essa nei suoi aspetti dimensionali, materici e cromatici.
In un secondo momento sono stati osservati quegli elementi di discontinuità che nella maggior parte dei casi possiamo riscontrare in un manufatto, ovvero le *aperture* (finestre, porte, ecc), *balconi e logge*, ed infine gli *elementi architettonici*, intendendo per questi tutte quelle parti decorative o strutturali individuabili in un edificio (colonne, paraste, cornici, mensole, ecc...).

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Nell'osservazione e catalogazione di questi elementi sono stati utilizzati gli stessi parametri e gli stessi criteri del paramento murario, ovvero sono stati considerate le caratteristiche dimensionali, formali e materiche e costruttive.
La conoscenza del manufatto, in vista di un intervento di restauro, ha richiesto infine l'osservazione dello stato di conservazione delle parti e dei singoli elementi in precedenza considerati.
Anche in questo caso ci si è basati preliminarmente sulla osservazione diretta dei fenomeni di degrado riscontrabili sui prospetti esterni del palazzo; la casistica è stata poi generalizzata, includendo le principali patologie riscontrabili in un manufatto, tenendo sempre presente la necessità di applicare questo metodo di ricerca, analisi e catalogazione alla maggior parte degli edifici storici tradizionali.

4.4.1 Descrizione della scheda di rilevazione dei paramenti esterni.

La notevole mole di informazioni rinvenibili con le analisi precedentemente descritte ha reso indispensabile l'elaborazione di un sistema di archiviazione che fosse allo stesso tempo efficace, sintetico ed esauriente, ma soprattutto immediato nell'inserimento dei dati e facilmente consultabile, anche dai non addetti ai lavori.
E' stato utilizzato a questo scopo un software (File Maker) in grado di creare un database idoneo a raccogliere e comparare tutti i dati rilevati, le documentazioni fotografiche, le osservazioni dirette del manufatto in esame[3].
Il database è stato progettato sotto forma di schede di rilevazione.
Nel caso specifico dei prospetti sono state elaborate, oltre ad una prima di inquadramento generale, quattro schede, suddivise in base alle parti riscontrabili in un manufatto, ovvero, il paramento murario, le aperture, gli elementi architettonici e i balconi.
Ogni scheda è suddivisa in due parti: la prima dà la possibilità di inserire dati riguardanti gli aspetti dimensionali, materici, formali, cromatici, degli elementi riscontrabili in una generica facciata; la seconda riguarda fondamentalmente l'osservazione dei fenomeni di degrado presenti, di cui ne viene individuato il tipo e la quantità.
Per l'inserimento dei dati viene utilizzato un sistema di campi ad immissione libera o a "tendina"[4], contenenti una casistica di voci già preselezionate in fase di progettazione, lasciando in ogni caso la possibilità di arricchirne la scelta[5].
A tale scopo ci si è riferiti a pubblicazioni specifiche al fine di definire una casistica di base delle possibili opzioni di immissione relative a ciascun campo, arricchendo successivamente le alternative sulla scorta delle esperienze personali e sulle osservazioni dirette sul campo *(Fig. 29)*.
La metodologia di analisi e di archiviazione elaborata si è rivelata efficace anche grazie al costante confronto con una realtà complessa come quella del manufatto preso in esame, ovvero il Palazzo Sylos Vulpano.
Su questo edificio ne è stata verificata l'applicabilità, con uno studio approfondito e completo di ogni sua parte.
Considerata la vastità del manufatto si è ritenuto opportuno selezionare i prospetti da analizzare, in base alle loro caratteristiche e all'accessibilità, ritenuta fondamentale nelle fasi di rilievo.
Sono stati presi in considerazione i prospetti esterni Nord (quello principale) e Ovest ed i prospetti interni Est, Ovest e Sud.
Dei cinque prospetti è stata effettuata una completa mappatura fotografica, utilizzando una fotocamera digitale, in modo da avere l'immediata disponibilità dei dati e la possibilità di elaborare gli stessi in modo pratico e veloce.
Sul campo, sulla base delle schede in precedenza descritte, sono stati effettuati dei rilievi di massima sulle varie parti ed elementi che costituiscono ciascun prospetto[6].
Sono stati osservati i paramenti murari, le aperture, gli elementi architettonici e i balconi di cui sono state rilevate le dimensioni, i materiali, l'apparecchio, le modalità costruttive.
In ogni singola parte è stato valutato lo stato di conservazione e, quindi, individuati e quantificati i diversi fenomeni di degrado presenti.
In fase di archiviazione la grande quantità di dati raccolta e le notevoli dimensioni della fabbrica ha rivelato insufficiente l'utilizzo di un'unica scheda per ciascun prospetto, perciò ciascuno di essi è stato opportunamente suddiviso in un numero opportuno di settori di indagine, tenendo presente sia la ripartizione orizzontale che quella verticale.
Ogni settore ha rappresentato l'oggetto d'indagine di una

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

singola scheda, l'insieme delle quali ha dato un quadro completo ed esauriente dei singoli prospetti.
(Fig. 30 e 31)[7].
Particolare attenzione è stata rivolta al rilievo dello stato di conservazione.
L'individuazione e la localizzazione dei numerosi fenomeni di degrado è stata effettuata in situ, mentre la quantificazione è stata fatta utilizzando i foto-piani ed i rilievi digitalizzati dei prospetti.

I metodi utilizzati sono stati due:
- Il primo, più rapido ed immediato, ha permesso una quantificazione di massima espressa in percentuale dei singoli fenomeni. Utilizzando come supporto informatico un programma Cad, si è pensato di sovrapporre ai foto-piani dei singoli settori in cui è stato suddiviso ogni prospetto, una griglia di cm.10x10, suddividendoli, quindi, in 100 parti. La quantificazione in centesimi di superficie totale è stata perciò immediata, semplicemente osservan-

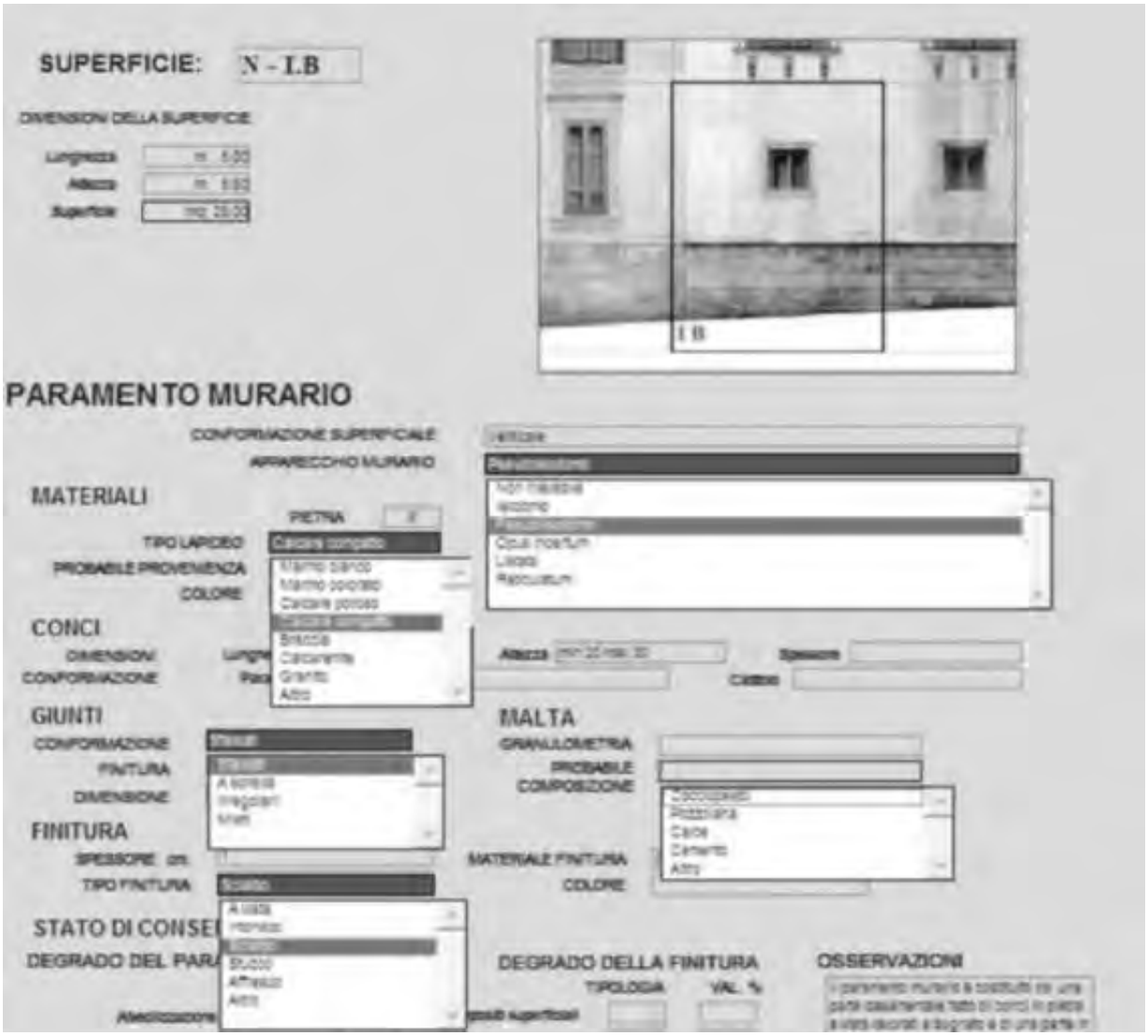


Fig. 29: Estratto della scheda di rilevazione con campi a scelta libera e a tendina.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

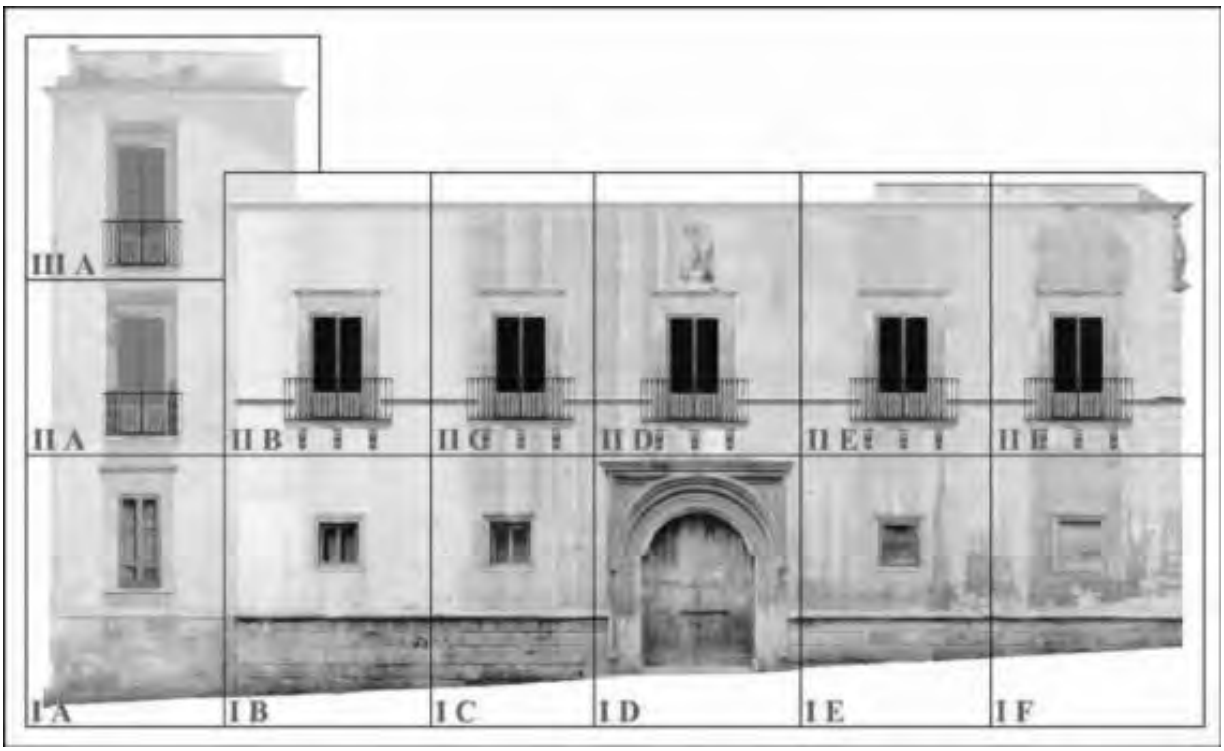


Fig. 30: Prospetto Principale del Palazzo - Individuazione delle unità di indagine.

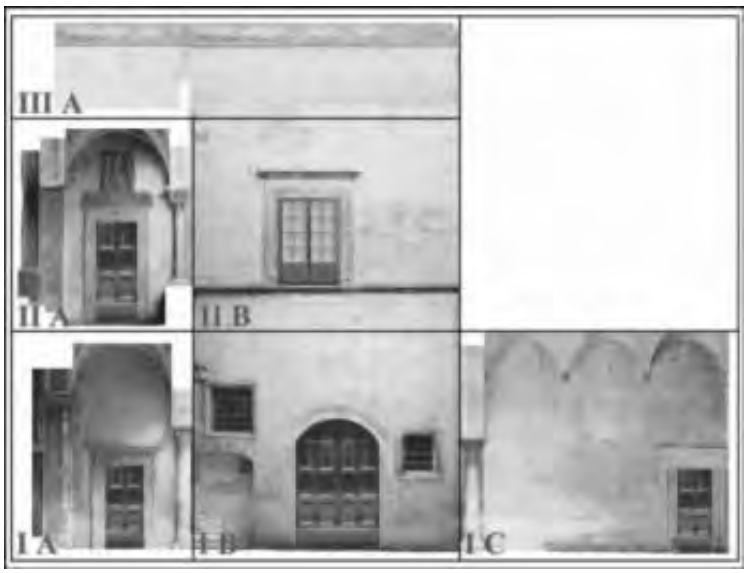


Fig. 31: Prospetto Ovest del Palazzo. - Individuazione delle unità di indagine.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

do e valutando la griglia e foto insieme *(Fig. 32)*[8].

- Il secondo, più complesso ma molto più preciso, ha richiesto l'elaborazione simultanea dei foto-piani e del rilievo digitale. L'utilizzo di un programma Cad ci ha permesso di sovrapporre il rilievo dei prospetti ed i relativi foto-piani, in modo tale da poter individuare in modo esatto i singoli fenomeni di degrado, riportandone l'esatta posizione ed estensione.

La quantificazione è risultata estremamente precisa, grazie alla possibilità di ottenere le superfici esatte di ciascuna area individuata.

I dati ottenuti sono stati riportati nelle schede dei singoli settori in percentuale, riscontrando una sostanziale analogia con i risultati ottenuti con il primo metodo *(Fig. 33 e 34)*.

I risultati ottenuti nella elaborazione delle schede hanno infine consentito una valutazione globale del manufatto, e, quindi, di esprimere un giudizio sullo stato di fatto e la necessità di eventuali interventi di restauro.

Tali considerazioni sono state espresse nelle schede di analisi come indicazioni sintetiche di intervento, in cui si è cercato di riassumere ed indicare con una serie opportuna di voci alcuni dei possibili interventi da effettuare sul manufatto. (Fig. 35).

Si è ritenuto opportuno anche quantificare economicamente tutti gli interventi ipotizzati; a tale scopo sono stati elaborati dei resoconti che danno la possibilità di mettere in relazione le singole voci, le relative superfici di intervento e i prezzi unitari delle lavorazioni.

A titolo esemplificativo ne è stato costruito uno sotto forma di tabella, nelle cui colonne vengono riportati ordinatamente: la zona interessata dall'intervento (secondo la ripartizione utilizzata nelle schede), il tipo di intervento, la relativa superficie, il costo al mq., il costo di ciascun intervento, il totale complessivo.

Tutti i dati sono messi in relazione biunivoca con quelli delle schede di valutazione, in modo tale che ogni modifica sia aggiornata automaticamente ed in tempo reale in ogni parte del data base, e in maniera altrettanto automatico vengono ricalcolati i costi parziali e totali degli interventi ad ogni variazione del tipo, della superficie e delle percentuali specificate nelle indicazioni sintetiche di intervento *(Fig. 36)*.

L'utilizzo dei resoconti si è rivelato efficace nella creazione di sistemi di ricerca più o meno complessi che danno la possibilità di estrarre dal database creato e dalla grande quantità di dati immessi, alcune specifiche informazioni, come ad esempio dati relativi ai materiali, ai sistemi costruttivi, allo stato di conservazione, ecc...

L'esempio riportato ci offre la possibilità di cercare informazioni riguardo alle caratteristiche materiche della fabbrica e delle singole parti in cui è stata suddivisa.

Ci permette di cercare, infatti, all'interno del data base, preventivamente compilato, quali parti del manufatto sono costruiti con i materiali indicati (pietra, laterizio, ecc..), quali hanno una finitura, fornendo anche ulteriori infor-

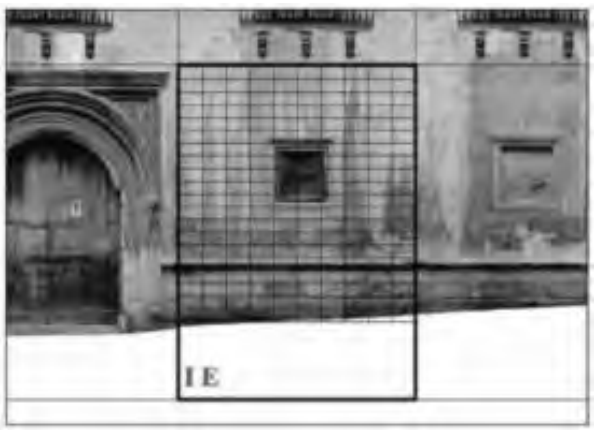


Fig. 32: Unità I-E: Rilievo dello stato di conservazione con l'utilizzo della griglia.

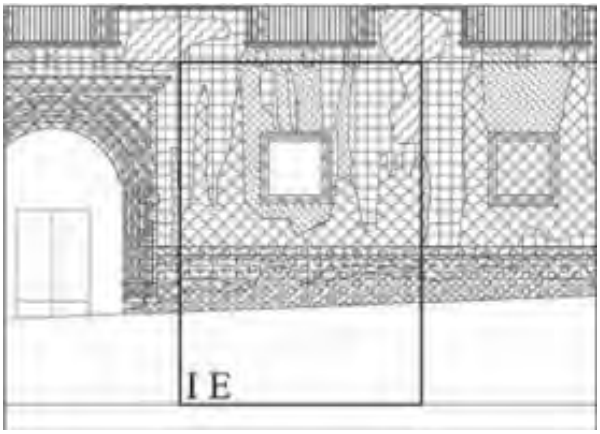


Fig. 33: Unità I-E: Mappatura dello stato di conservazione.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

mazioni riguardo i dati ottenuti (tipo e provenienza della pietra; tipo e cottura dei laterizio; tipo e materiale della finitura) *(Fig. 37)*.

4.4.2 Interpretazione dei risultati della scheda A.

La ricerca svolta deve essere interpretata non solo come una semplice raccolta di dati ed informazioni relativi ad un determinato manufatto, ma soprattutto come una ricerca di una metodologia di analisi e di indagine da effettuare su un generico edificio al fine di comprenderne a pieno la propria natura, riguardo ai suoi aspetti dimensionali, materici, costruttivi, ecc...

Tale metodologia si è concretizzato con l'utilizzo di un protocollo di rilevazione sotto forma di schede da "campo", la cui progettazione ha sempre avuto come scopo quello di guidare un rilevatore più o meno esperto verso una raccolta di informazioni che fosse per quanto possibile sistematica, completa, immediata e omogenea per ogni parte del manufatto preso in esame.

Tale approccio si è rivelato assai opportuno sia in fase di immissione della notevole mole di informazioni, che in fase di consultazione, grazie proprio alla omogeneità dei dati raccolti, che ci dà la possibilità di renderli immediatamente confrontabili.

A tale scopo particolare attenzione è stata rivolta alla strutturazione delle schede di rilevazione e alle informazioni da immettere in ciascuna di esse, in modo da guidare in modo opportuno e ordinato l'utente.

Si è pensato, inoltre, di dare un ulteriore contributo consentendo in molti casi la possibilità di scegliere tra voci già preselezionate in fase di progettazione delle schede, utiliz-

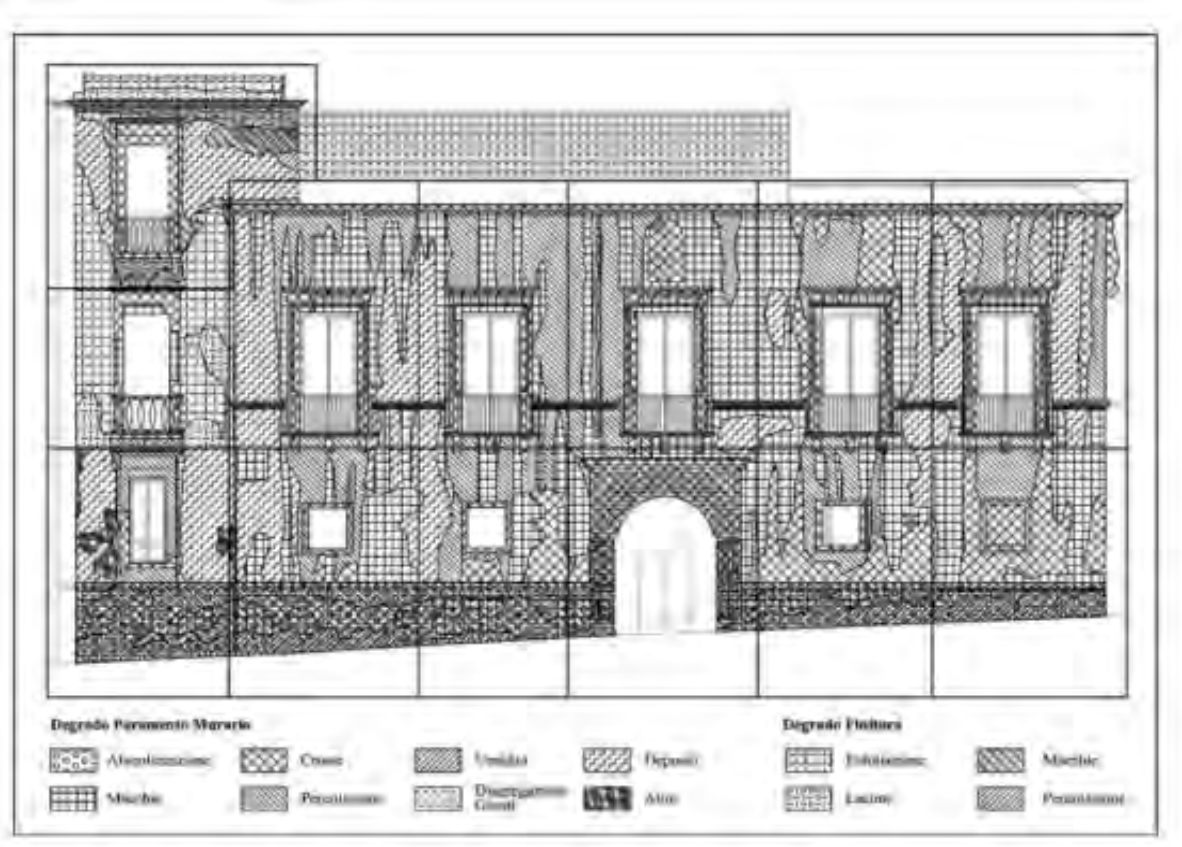


Fig. 34: Prospetto Principale: Mappatura dello stato di conservazione.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

zando delle liste a "tendina". Questa possibilità ha richiesto, perciò, uno studio complessivo delle architetture tradizionali e della relativa bibliografia, al fine di rendere la casistica delle opzioni di scelta più vasta e completa possibile.

La sistematicità con cui sono stati raccolti i dati si è rivelata fondamentale in fase di consultazione.
È, infatti, stata abbastanza immediata l'elaborazione di un sistema di ricerca e selezione dei dati immessi, mediante resoconti, che, grazie a semplici criteri di ricerca, ci danno la possibilità di ottenere informazioni relative a determinati elementi, materiali, tecniche costruttive, stato di conservazione, ecc..., riguardanti l'intero edificio o parti di esso.

L'elaborazione e la sperimentazione di questo sistema di indagine sull'esempio del Palazzo Sylos Vulpano si è rivelata assai efficace grazie alla sua ricchissima compagine architettonica che, sebbene non esaurisca la casistica riscontrabile sul nostro territorio, ne costituisce un esempio assai valido per la nostra ricerca, per testare la metodologia di indagine elaborata e per verificare i risultati ottenuti.

NOTE

[1] A questo scopo sono stati osservati numerosi esempi di architettura tradizionale Pugliese e presa in considerazione la bibliografia del settore.
[2] La scelta dei prospetti è stata effettuata in base all'accessibilità e alla presenza di caratteristiche significative per lo sviluppo del nostro studio.
[3] La scelta di questo software è stata effettuata dopo la valutazione di una serie di programmi della stessa categoria, ritenendolo il più immediato e accessibile in fase di progettazione, immissione e consultazione.
[4] L'elenco dei campi ad immissione libera e a tendina con le relative opzioni è fornito nell'allegato: "Schede di rilevazione delle cortine murarie esterne - Dettaglio dei parametri di rilevazione"
[5] Si è ritenuto opportuno utilizzare le "liste a tendina" al fine rende più agevole e rapido l'inserimento dei dati, rendendo già disponibili le diverse possibilità di scelta.
[6] Sono stati effettuati sia i rilievi dei prospetti considerati utilizzando sistemi di rilievo elettronici (teodolite - distanziometro laser), che degli elementi (murature, aperture, ecc..) con strumenti digitali e tradizionali.
[7] La suddivisione dei prospetti è stata realizzata utilizzando i foto-piani raddrizzati, ai quali è stata sovrapposta una griglia virtuale, creata prendendo in considerazione il partito architettonico dei prospetti stessi (livelli e campate).
[8] Questo metodo, seppur approssimativo, si è rivelato molto efficace e rapido, risultando anche abbastanza preciso. Si è visto che il margine di errore, rispetto alla valutazione analitica, è inferiore all' 1%.

Fig. 35: Estratto della scheda di rilevazione relativa allo stato di conservazione e alle indicazioni sintetiche di intervento.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

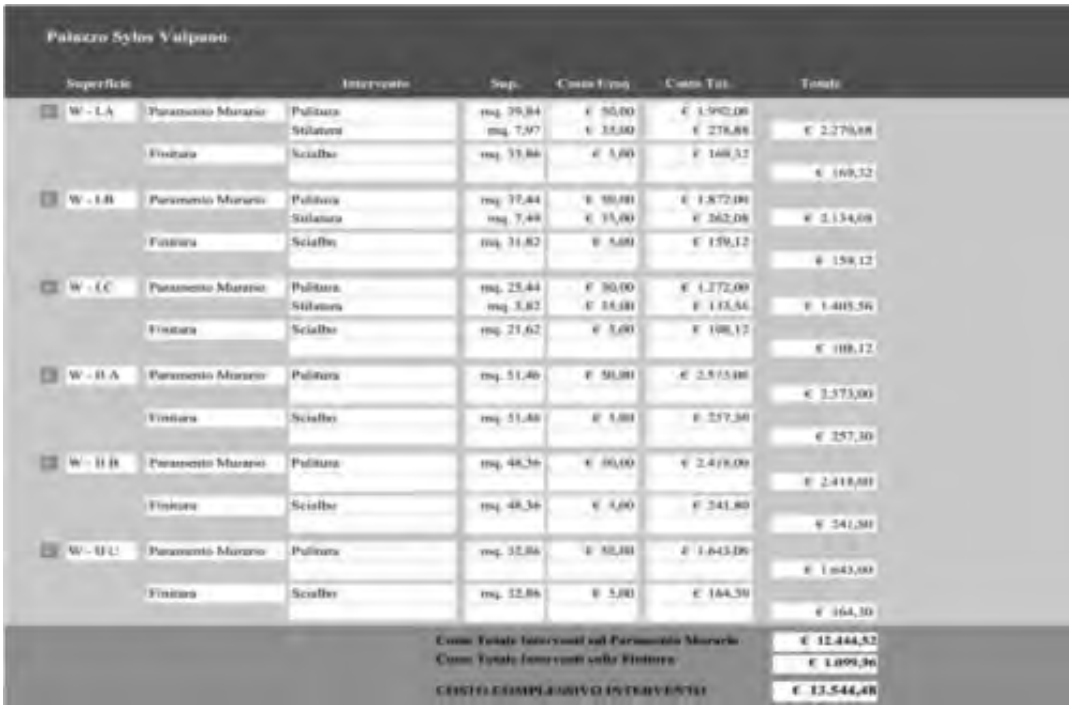


Fig. 36: Esempio di Resoconto relativo alla valutazione degli interventi proposti.

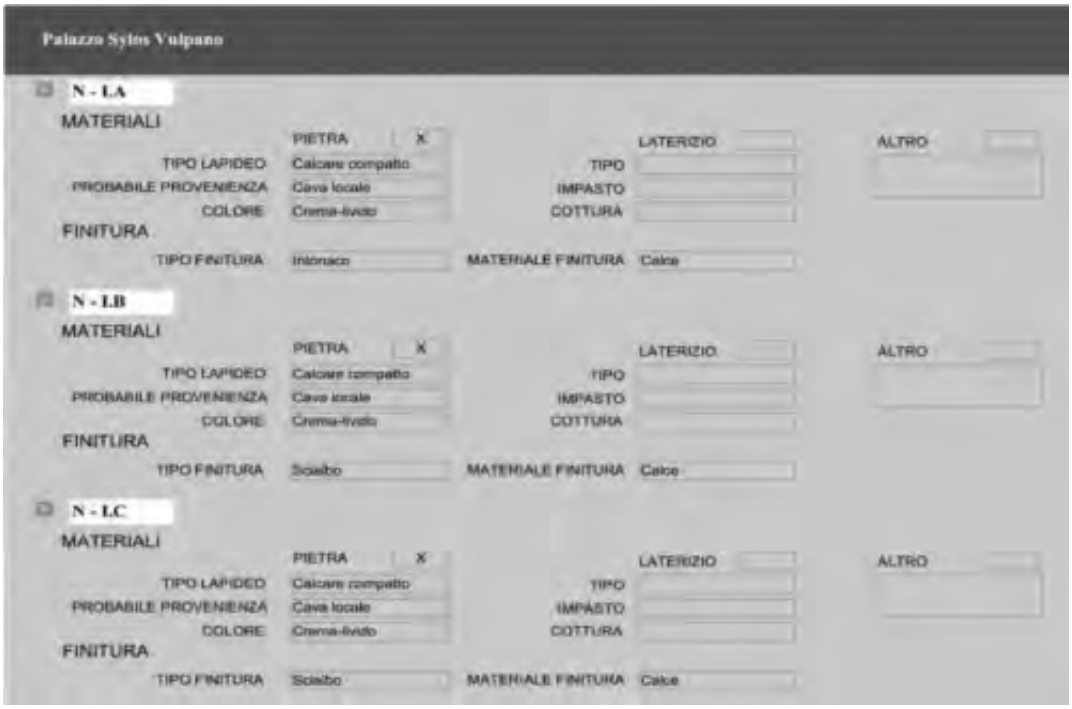


Fig. 37: Esempio di Resoconto.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 5:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DEI PARAMENTI ESTERNI - PARTE 1

CODICE 002
DATA RILIEVO 14-01-2004
DATA DI IMMISSIONE 21-01-2004
AGGIORNAMENTO

UBICAZIONE Gioiello
DENOMINAZIONE DEL MANUFATTO Palazzo Sylos Vulpano
INDIVIDUAZIONE DELLA SUPERFICIE N - I.8

RIFERIMENTO PLANIMETRICO

ACCESSIBILITA' consentita
MODALITA' DI ISPEZIONE Esame visivo e tattile

INDIVIDUAZIONE DELLE SUPERFICI

DIMENSIONI DELLA SUPERFICIE Lunghezza m. 28,30 Altezza m. 12,72 Superficie mq. 360,00

OSSERVAZIONI

Palazzo Sylos Vulpano *N - I.8*

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 5:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DEI PARAMENTI ESTERNI - PARTE 2

SUPERFICIE: N - I.B

DIMENSIONI DELLA SUPERFICIE

Lunghezza m 5.90
Altezza m 5.80
Superficie mq 28.01

I.B

PARAMENTO MURARIO

CONFORMAZIONE SUPERFICIALE Verticale
APPARECCHIO MURARIO Pseudoisodomo

MATERIALI

PIETRA X
TIPO LAPIDEO Calcare compatto
PROBABILE PROVENIENZA Cava locale
COLORE Crema-rosato

LATERIZIO
TIPO
IMPASTO
COTTURA

ALTRO

CONCI

DIMENSIONE Lunghezza min 25 max 40 Altezza min 20 max 30 Spessore
CONFORMAZIONE Parallelepipedi Squadrato Cloisonè

GIUNTI

CONFORMAZIONE Sfalsati
FINITURA Assente
DIMENSIONE Costante

MALTA

GRANULOMETRIA
PROBABILE COMPOSIZIONE

FINITURA

SPESSORE cm. 1
TIPO FINITURA Scialbo
MATERIALE FINITURA Calce
COLORE

STATO DI CONSERVAZIONE

DEGRADO DEL PARAMENTO MURARIO

	TIPOLOGIA	VAL. %
Alveolizzazione	X	33,9 %
Cloruri		
Macchie	X	32,9 %
Croste	X	10,8 %
Lacune		
Presenza di quadro fessurativo		
Depositi superficiali	X	16,6 %
Efflorescenze		
Muschi e licheni		
Deiezioni animali		
Disgregazione dei giunti	X	35,9 %
Percolazione	X	12,9 %
Umidità	Diffusa	8,6 %
Altro		

DEGRADO DELLA FINITURA

	TIPOLOGIA	VAL. %
Depositi superficiali		
Efflorescenze		
Esfoliazioni		
Distacchi		
Lacune		
Croste		
Muschi e licheni		
Deiezioni animali		
Fessurazioni		
Macchie		
Percolazione		
Umidità		
Altro		

OSSERVAZIONI

Il paramento murario è costituito da una parte basamentale in blocchi di conci in pietra a vista lavorati a bugnato e di una parte in elevazione che presenta evidenti tracce di una finitura a scialbo.

- Presenza di impianti tecnologici.
- Presenza di elementi metallici inseriti nella muratura.
- Presenza di scritte e disegni sulla parte basamentale.

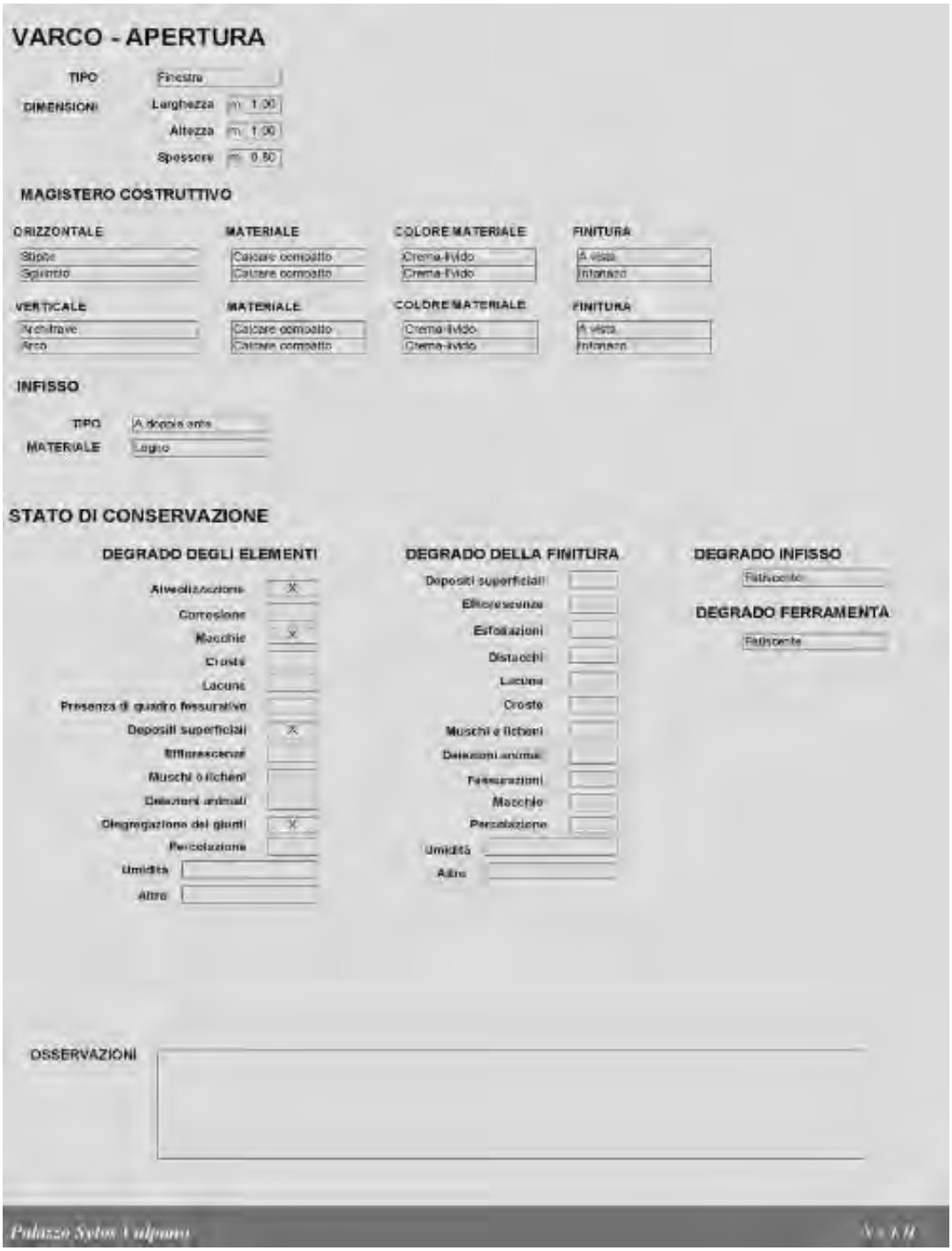
INDICAZIONI SINTETICHE DI INTERVENTO

PARAMENTO MURARIO Pulitura 100 %
Stilatura 35 %
FINITURA Scialbo 70 %

Palazzo Sylos Tulpano N - I.B

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 5:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DEI PARAMENTI ESTERNI - PARTE 3



VARCO - APERTURA

TIPO: Finestra

DIMENSIONI: Larghezza m 1.00; Altezza m 1.00; Spessore m 0.50

MAGISTERO COSTRUTTIVO

	ORIZZONTALE	MATERIALE	COLORE MATERIALE	FINITURA
	Stipite	Calcare compatto	Crema-Rvido	A vista
	Squincio	Calcare compatto	Crema-Rvido	Intonaco

	VERTICALE	MATERIALE	COLORE MATERIALE	FINITURA
	Architrave	Calcare compatto	Crema-Rvido	A vista
	Arco	Calcare compatto	Crema-Rvido	Intonaco

INFISSO

TIPO: A doppia anta
MATERIALE: Legno

STATO DI CONSERVAZIONE

DEGRADO DEGLI ELEMENTI

Alveolizzazioni	X
Corrosione	
Macchie	X
Croste	
Lacune	
Presenza di quadro fessurativo	
Depositi superficiali	X
Efflorescenze	
Muschi o licheni	
Deiezioni animali	
Disgregazione dei giunti	X
Percolazione	
Umidità	
Altro	

DEGRADO DELLA FINITURA

Depositi superficiali	
Efflorescenze	
Esfoliazioni	
Distacchi	
Lacune	
Croste	
Muschi e licheni	
Deiezioni animali	
Fessurazioni	
Macchie	
Percolazione	
Umidità	
Altro	

DEGRADO INFISSO

Rilevante

DEGRADO FERRAMENTA

Rilevante

OSSERVAZIONI

Palazzo Sotto Valpuno

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 5:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DEI PARAMENTI ESTERNI - PARTE 4

ELEMENTI ARCHITETTONICI

TIPO	Cornice		
MATERIALE	Calcare compatto		
COLORE	Crema-Avorio		
FINITURA	Scabro		
COLORE FINITURA	Bianco-Grigiastro		

STATO DI CONSERVAZIONE

DEGRADO DEI MATERIALI

Alveolizzazione		Alveolizzazione	Alveolizzazione
Corrosione	X	Corrosione	Corrosione
Macchie	X	Macchie	Macchie
Croste	X	Croste	Croste
Lacune	X	Lacune	Lacune
Presenza di quadro fessurativo		Presenza di quadro fessurativo	Presenza di quadro fessurativo
Depositi superficiali	X	Depositi superficiali	Depositi superficiali
Efflorescenze		Efflorescenze	Efflorescenze
Muschi e licheni		Muschi e licheni	Muschi e licheni
Deiezioni animali	X	Deiezioni animali	Deiezioni animali
Disgregazione dei giunti	X	Disgregazione dei giunti	Disgregazione dei giunti
Percolazione	X	Percolazione	Percolazione
Umidità		Umidità	Umidità
Altro		Altro	Altro

DEGRADO DELLA FINITURA

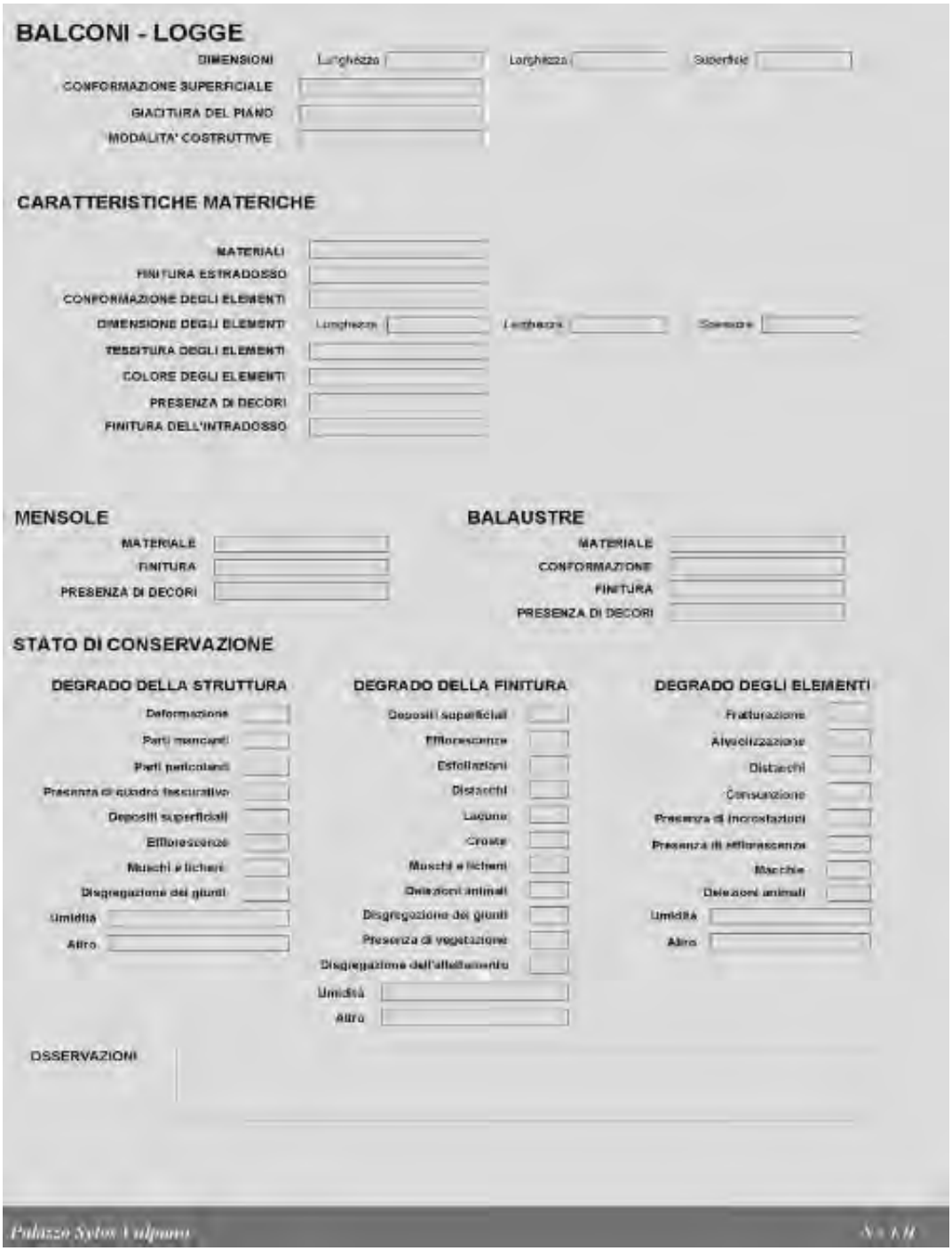
Depositi superficiali		Depositi superficiali	Depositi superficiali
Efflorescenze		Efflorescenze	Efflorescenze
Esfoliazioni		Esfoliazioni	Esfoliazioni
Distacchi		Distacchi	Distacchi
Lacune		Lacune	Lacune
Croste		Croste	Croste
Muschi e licheni		Muschi e licheni	Muschi e licheni
Deiezioni animali		Deiezioni animali	Deiezioni animali
Fessurazioni		Fessurazioni	Fessurazioni
Macchie		Macchie	Macchie
Percolazione		Percolazione	Percolazione
Umidità		Umidità	Umidità
Altro		Altro	Altro

OSSERVAZIONI

Palazzo Sylos Valpuno *N.1.H*

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 5:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DEI PARAMENTI ESTERNI - PARTE 5



PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ALLEGATO 6:
SCHEDA DI RILEVAZIONE DEI PARAMENTI ESTERNI - DETTAGLIO DEI PARAMETRI DI RILEVAZIONE.

SCHEDA DI RILEVAZIONE DELLE CORTINE MURARIE ESTERNE

DETTAGLIO DEI PARAMETRI DI RILEVAZIONE

INDIVIDUAZIONE DELL'UNITÀ DI INDAGINE			
	Codice	Testo libero	
	Data Rilievo	Data	
	Data Immissione	Data	
	Aggiornamento	Data	
	Ubicazione	Testo libero	
	Denominaz. del Manufatto	Testo libero	
	Individuazione della Sup.	Testo libero	
	Riferimento Planimetrico	Immagine	
	Accessibilità	Lista Valori	Consentita Non Consentita
	Modalità di Ispezione	Lista Valori	Esame visivo Esame visivo e tattile Misure in situ Prelevamento di campioni
	Individuaz. della Superficie	Immagine	
	Dimensioni	Numero	Lunghezza
		Numero	Altezza
		Numero	Spessore
	Osservazioni	Testo libero	
PARAMENTO MURARIO			
	Dimensioni	Numero	Lunghezza
		Numero	Altezza
		Numero	Superficie
Materiali	Pietra	Testo libero	
	Tipo Lapideo	Lista valori	Marmo bianco Marmo colorato Calcare poroso Calcare compatto Breccia Calcarenite Granito Altro
	Probabile provenienza	Lista valori	Cava locale Cava esterna Reimpiego Altro
	Colore	Lista valori	Bianco Crema Livido Crema-livido Grigio Altro
	Laterizio	Testo libero	
	Tipo Laterizio	Lista valori	Pieno Forato Altro

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

	Impasto	Lista valori	Omogeneo Disomogeneo
	Cottura	Lista valori	Crudo Cotto
Conci	Dimensioni	Numero	Lunghezza
		Numero	Altezza
		Numero	Spessore
	Parallelepipedo	Lista valori	Non rilevabile Squadrato Squadrato sul paramento esterno Non squadrato A coda Altro
	Ciottolo	Lista valori	Spaccato Spaccato e parzialmente spianato Altro
Giunti	Conformazione	Lista valori	Sfalsati A sorella Irregolari Misti
	Finitura	Lista valori	Assente Stilata Sporgente Lisciata Altro
	Dimensione	Lista valori	Non rilevabile Costante Variabile
Malta	Granulometria	Lista valori	Fine Media Grossolana
	Composizione	Lista valori	Cocciopesto Pozzolana Calce Cemento Altro
Finitura	Spessore	Numero	
	Tipo	Lista valori	A vista Intonaco Scialbo Stucco Affresco Altro
	Materiale	Testo libero	
	Colore	Testo libero	
STATO DI CONSERVAZIONE			
Degrado del Paramento Murario	Alveolizzazione	Testo libero	
	Corrosione	Testo libero	
	Macchie	Testo libero	
	Croste	Testo libero	
	Lacune	Testo libero	
	Quadro Fessurativo	Testo libero	
	Depositi superficiali	Testo libero	
	Efflorescenze	Testo libero	
	Muschi e Licheni	Testo libero	
	Deiezioni animali	Testo libero	

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

	Disgregazione dei giunti	Testo libero	
	Percolazione	Testo libero	
	Umidità	Lista valori	Di risalita Di condensazione Di infiltrazione
	Altro	Testo libero	
Degrado della Finitura	Depositi superficiali	Testo libero	
	Efflorescenze	Testo libero	
	Esfoliazioni	Testo libero	
	Distacchi	Testo libero	
	Lacune	Testo libero	
	Croste	Testo libero	
	Muschi e licheni	Testo libero	
	Deiezioni Animali	Testo libero	
	Fessurazioni	Testo libero	
	Macchie	Testo libero	
	Percolazione	Testo libero	
	Umidità	Lista valori	Di risalita Di condensazione Di infiltrazione
	Altro	Testo libero	
	Osservazioni	Testo libero	
Indicazioni Sintetiche di Intervento	Paramento Murario	Lista valori	Pulitura Stilatura Scuci - Cuci Restauro Elementi Lapidei Integrazione Elementi Pietra da Taglio Consolidamenti
	Finitura	Lista valori	Restauro Integrazione Rimozione Rimozione e Rifacimento Scialbo Intonaco Restauro Pittorico
VARCO - APERTURA			
	Tipo	Lista valori	Porta Finestra Porta - Finestra Altro
	Dimensioni	Numero	Larghezza
		Numero	Altezza
		Numero	Spessore
Magistero Costruttivo	Orizzontale	Lista valori	Breccia con conci informi Breccia con bolognini Stipite Sguincio Mazzetta a spigolo vivo Altro
	Verticale	Lista valori	Arco Piattabanda Architrave Unghia Altro

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

	Materiale	Lista valori	Marmo bianco Marmo colorato Calcare poroso Calcare compatto Breccia Calcarenite Granito Altro
	Colore Materiale	Lista valori	Bianco Crema Livido Crema-livido Grigio Altro
	Finitura	Lista valori	A vista Intonaco Scialbo Stucco Affresco Altro
Infisso	Tipo	Lista valori	Inesistente Ad anta unica A doppia anta Altro
	Materiale	Lista valori	Legno Ferro Altro
STATO DI CONSERVAZIONE			
Degrado degli Elementi	(vedi degrado Paramento Murario)	Lista valori	
Degrado della Finitura	(vedi degrado Finitura)	Lista valori	
Degrado degli Infissi		Lista valori	Inesistente In buono stato Ammalorato Fatiscente
Degrado Ferramenta		Lista valori	Inesistente In buono stato Corrosione Fatiscente
	Osservazioni	Testo libero	
ELEMENTI ARCHITETTONICI			
	Tipo	Lista valori	Parasta Lesena Colonna Semicolonna Marcapiano Marcadavanzale Cornici Mensole/Gattoni Cuscia Angolare Altro
	Materiale	Lista valori	Marmo Granito Calcare compatto Breccia

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

			Calcarenite Laterizi Legno Ferro Argilla Altro
	Colore	Lista valori	Bianco Crema Livido Crema-livido Grigio Altro
	Finitura	Lista valori	A vista Intonaco Scialbo Stucco Affresco Altro
	Colore finitura	Testo libero	
	Osservazioni	Testo libero	
STATO DI CONSERVAZIONE			
Degrado degli Elementi	(vedi degrado Paramento Murario)	Lista valori	
Degrado della Finitura	(vedi degrado Finitura)	Lista valori	
BALCONI - LOGGE			
	Dimensioni	Numero	Larghezza
		Numero	Altezza
		Numero	Spessore
	Conformazione Superficiale	Lista valori	Piana Con avvallamenti Con gradini Altro
	Giacitura del Piano	Lista valori	Orizzontale Ad unica inclinazione A doppia inclinazione Altro
	Modalità costruttive	Lista valori	A sbalzo Appoggiato
Caratteristiche Materiche	Materiali	Lista valori	Ferro e laterizio Legno Latero-cemento Pietra Altro
	Finitura estradosso	Lista valori	Pietra Cotto Legno Maiolica Ceramica Graniglia Mattonelle di cemento Battuto Altro
	Conformazione degli Elementi	Lista valori	Regolare Irregolare
	Dimensione degli elementi	Numero	Larghezza

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

		Numero	Altezza
		Numero	Spessore
	Tessitura degli Elementi	Lista valori	Non rilevabile A giunti allineati A giunti sfalsati A correre A spina di pesce A canestro A 45° A mosaico A ventaglio Accittolato Altro
	Colore degli Elementi	Testo libero	
	Presenza di Decori	Testo libero	
	Finitura Intradosso	Lista valori	A vista Intonaco Scialbo Stucco Affresco Altro
Mensole	Materiale	Lista valori	Pietra Metallo Legno
	Finitura	Lista valori	A vista Intonaco Scialbo Stucco Affresco Altro
	Presenza di Decori	Testo libero	
Balaustre	Materiale	Lista valori	(Vedi mensole)
	Conformazione	Lista valori	Piena Elementi Orizzontali Elementi Verticali Altro
	Finitura	Lista valori	(Vedi mensole)
	Presenza di Decori	Testo libero	
STATO DI CONSERVAZIONE			
Degrado della Struttura	Deformazione	Testo libero	
	Parti Mancanti	Testo libero	
	Parti Pericolanti	Testo libero	
	Quadro Fessurativo	Testo libero	
	Depositi Superficiali	Testo libero	
	Efflorescenze	Testo libero	
	Muschi e Licheni	Testo libero	
	Disgregazione dei Giunti	Testo libero	
	Umidità	Lista valori	Di risalita Di condensazione Di infiltrazione
	Altro	Testo libero	
Degrado degli Elementi	(vedi degrado Paramento Murario)	Lista valori	
Degrado della Finitura	(vedi degrado Finitura)	Lista valori	
	Osservazioni	Testo libero	

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

4.5 Valutazione speditiva dei costi di intervento

M. Benedettelli, G. Prisco

Il maggiore interesse rivolto negli ultimi anni al restauro ed al recupero funzionale dell'edificato antico ha attivato un ampio dibattito in ordine alle caratteristiche ed alle modalità d'intervento che devono veder coniugate esigenze di mera conservazione con finalità di nuovo utilizzo funzionale.

Le vicende storiche del nostro Paese hanno di fatto determinato un'ampia gamma di "oggetti di architettura" tale da non consentirne una lettura unitaria, trattandosi di esperienze che derivano da complesse ed articolate trasformazioni degli ambiti territoriali e sociali e che, pertanto, spesso differiscono sensibilmente nelle caratteristiche tecniche e costruttive.

Ciò non impedisce tuttavia che si possa comunque pervenire ad un modello comportamentale nel delicato approccio con le costruzioni antiche delle quali, prima d'ogni cosa, si deve tentare una lettura di carattere generale sulle opportunità di calare su di esse funzioni alternative o comunque modificative della consistenza originaria, che non può e non deve essere così trasformata da perdere le sue peculiarità soggettive, le quali spesso non appartengono alla sfera del "monumentale", ma non per questo devono essere considerate ininfluenti sulle scelte progettuali.

Il recupero dell'edificato antico ha un senso se al tempo stesso si prescinde da una sua musealizzazione totale e se ne rinnova l'utilizzo attraverso sapienti e sensibili scelte di metodo che determinano operazioni congruenti con le caratteristiche architettoniche dei beni e soddisfano al tempo stesso le istanze alla base degli interventi.

Se fino a qualche tempo fa il recupero di antiche masserie e di vecchi edifici nei centri storici era iniziativa di carattere elitario e, in quanto tale, supportata da condizioni economiche soddisfacenti, ai giorni nostri anche le amministrazioni pubbliche hanno compreso l'importanza di recupero di aree antiche, spesso degradate, la cui rivalutazione attraverso il restauro degli immobili in esse insediati consente di soddisfare sia esigenze di carattere primario, come la realizzazione di unità abitative, che di valenza subordinata, ma non per questo meno significativa, con il recupero di immobili per l'inserimento di funzioni pubbliche a servizio della collettività.

Molteplici e differenziate sono le problematiche che investono i programmi di intervento nel recupero dell'edificato antico: dalla difficoltà di reale accertamento dei titolo di proprietà, alla confusa ed a volte carente documentazione catastale, all'assenza, il più delle volte, di supporti grafici di conoscenza degli immobili, senza dei quali non è possibile formulare alcuna proposta di base.

Ciononostante esiste una necessità di indicare, se pur in modo sommario, le esigenze economiche alla base delle ipotesi di recupero, affinché si possa rispondere, nei tempi spesso ristretti che le leggi e normative di riferimento impongono, al momento in cui si rendono disponibili canali di finanziamento di ambito locale, nazionale e comunitario.

La carente disponibilità di risorse e strutture tecniche degli enti locali ed anche delle dipendenze periferiche dell'Amministrazione pubblica, fa sì che non si sia mai potuto procedere nell'ottica della predisposizione di un parco progetti al quale attingere al momento della disponibilità economica: ciò ha fatto sì che le indicazioni di finanziamento, di volta in volta attivate, abbiano utilizzato le personali risorse di conoscenza, tecnica e sensibilità dei singoli operatori.

Non sono pochi i casi di interventi che non hanno trovato completamento nell'ambito della somma richiesta ed assegnata e non sono pochi i casi in cui la mancata conclusione delle opere ha determinato un fermo cantiere prolungato con conseguenti momenti e situazioni di degrado dei lavori realizzati.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Se tali situazioni appaiono francamente non comprensibili per opere pubbliche di nuova realizzazione, raffigurandosi in tal caso una condizione di progettazione approssimativa o di finanziamenti parziali cui non è stato dato seguito, diversa è la condizione dell'operare su edificato antico che, in quanto tale, specie per le fabbriche che attraversano diversi secoli di vita e che quindi sono oggetto di modifiche e stratificazioni successive, può nascondere elementi di storia negata, la cui rivisitazione può determinare modifiche, anche sostanziali, nell'andamento delle opere e nelle risultanze finali.
L'obbiettivo che questa ricerca vuole perseguire, pur nell'alea di oggettive condizioni di difficoltà metodologica, è quello di pervenire all'individuazione di costi medi di intervento nell'ambito del recupero, attraverso i quali, a parità di caratteristiche architettoniche e funzionali degli edifici, si possa consentire di valutare l'incidenza complessiva di un intervento di recupero e ridefinizione d'uso e quindi consentire la proposizione di una richiesta finanziaria quanto più vicina alla realtà della realizzazione.
La scelta di base che si è voluto privilegiare è stata quella di lavorare su un modello rappresentativo dell'edificato antico a carattere residenziale: si sono così individuati taluni significativi esempi di edifici ricadenti nelle realtà territoriali pugliesi e fra di loro, per complessità tipologica, condizioni di conservazione e connotazioni complessive di forte valenza architettonica e formale, la scelta è ricaduta sull'immobile denominato Palazzo Sylos-Vulpano, ubicato nel centro storico del comune di Bitonto in provincia di Bari.

4.5.1 Il Palazzo Sylos Vulpano come oggetto di studio.

Le indicazioni che hanno indirizzato la scelta di studio sul Palazzo Sylos Vulpano sono derivate da un'attenta valutazione delle caratteristiche architettoniche e delle condizioni di conservazione dell'immobile, nel corso di sopraluoghi in sito eseguiti per le verifiche preliminari atte a definire la tipologia edilizia da comprendere e studiare nel corso della ricerca.
Altri antichi edifici a carattere residenziale presenti nel medesimo ambito territoriale non presentavano quelle complessive caratteristiche di interesse per lo svolgimento dello studio e della ricerca, non erano cioè in grado di rispondere in maniera complessiva a tutte quelle domande rinvenienti da una casistica ampia e differenziata quale appunto quella che si è riscontrata nel Palazzo Sylos Vulcano.
L'edificio, costruito intorno all'anno 1500, è, per la ricchezza dell'apparato decorativo, concentrato in particolare nel cortile, uno degli esempi più significativi di edilizia civile nel centro storico del comune di Bitonto.
La lapide inserita nell'elegante balaustra del ballatoio al primo piano attribuisce la fondazione dell'edificio all'iniziativa di Giovan Pasquale e Leucio Vulcano; essa così recita

"IN MEMORIAM .HUIUS. ALME CIVITATIS ANTIQUE. VULPANE FAMILIE LEUTIUS.VULPANUS & JOANNES PASCALIS FRATRES. VI DOCTORES CLARISSIMI HAS EDES CONDIDERE ANNO D. MCCCCC".

A seguito del matrimonio di Minerva, ultima discendente della famiglia Vulpano con Diego Sylos, l'immobile acquisì l'attuale denominazione, rappresentando la sintesi delle esperienze culturali delle due famiglie, molto sensibili alle lettere ed all'arte, grazie anche ai frequenti contatti con la cultura fiorentina, milanese e veneziana.
Una chiara e significativa espressione della propensione e del gusto per il bello è appunto il palazzo di famiglia che, nonostante l'esito di successive trasformazioni, in parte caratterizzate dall'aggregazione di corpi di fabbrica tipologicamente diversi, conserva intatta e ben leggibile l'impronta rinascimentale.
Articolato su due livelli, l'edificio presenta un prospetto che nel suo assetto irregolare, derivante dall'andamento non regolare della via di Santa Chiara e dalla stratificazione edilizia, accoglie un interessante portale definito da un arco a tutto sesto inscritto in un rettangolo, espressione questa di quello stile "catalano" che ebbe ampia diffusione durante il Rinascimento nel Regno di Napoli e del quale la Puglia offre numerose testimonianze.
Piccoli finestrini quadrati danno luce agli ambienti di piano terra, impostato su uno zoccolo a bugne; l'elegante cornice marcapiano ad ovuli e dentelli posta fra il piano inferiore ed il primo risulta tagliata in conseguenza della

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

trasformazione delle primitive finestre rinascimentali in balconi: Su quella posta in asse con il portale una nicchia ospita la statua dell'Arcangelo Michele, santo patrono della famiglia.
Un cornicione scanalato conclude infine in alto il piano attico.
Varcato il portone centrale si accede al cortile interno attraverso una campata quadrata coperta da volta a botte lunettata, impostata su peducci scolpiti in stile dorico-tuscanico, al centro della quale è dipinto uno stemma con l'arma dei Sylos Labini, ultimi discendenti della famiglia e detentori dell'immobile.
Articolato in due campate, la prima a pianta quadrata e la seconda leggermente trapezoidale, il cortile ha come fondale tre arcate di ampio respiro, rette da colonne con capitelli e modanature finemente scolpite; la soprastante balaustra scolpita regge altrettante arcate su colonnine che scandiscono tre campate coperte da crociere costolonate.
L'elemento di maggiore rilievo e che caratterizza l'immagine dell'elegante dimora è comunque rappresentato dalla ricca balaustra del ballatoio che affaccia sul cortile : riccamente scolpita a bassorilievo è quasi sicuramente ascrivibile all'iniziativa di Diego Sylos alle cui origini tutta l'impostazione dell'apparato decorativo allude in maniera evidente esaltandone altresì la sua fedeltà al casato aragonese. Alla lineare unicità formale, architettonica e costruttiva dell'impianto del cortile centrale di cui s'è detto corrisponde una condizione distributiva interna e volumetrica d'insieme che palesa in tutta evidenza le molteplici trasformazioni occorse nel volgere del tempo che di fatto hanno alterato se non tutto almeno in parte le originarie connotazioni del bene.
L'immobile è risultato da lungo tempo non più utilizzato e tale condizione ha determinato quel lento ma progressivo e naturale stato di abbandono i cui effetti,indotti dalla mancata esecuzione di qualsiasi opera manutentiva a carattere ordinario e straordinario, si sono evidenziati con un degrado generalizzato di tutta la fabbrica, con elementi strutturali di copertura in fase di crollo, insorgenza di diffusi quadri fessurativi ed umidi stante la mancata tenuta dei pacchetti di copertura, elementi di danneggiamento prodotti da fattori vandalici e stato generale insalubre provocato dall'ingresso indiscriminato di volatili d'ogni specie.
Ulteriore elemento significativo è risultato la presa visione del crollo di una parte dell'immobile in corrispondenza della parte destra del fronte principale che ha determinato una evidente parzializzazione nella lettura complessiva del complesso.
Un immobile di tale fattura e consistenza, interessato da più condizioni di degrado e soprattutto totalmente disponibile per una attenta lettura di rilievo, è risultato la condizione ideale per dar corpo alla ricerca ed allo studio di cui alle premesse generali, sottolineando come esso possa confrontarsi e parametrarsi agli altri numerosi esempi di architettura civile del medesimo periodo storico che, anche se palesano elementi di diversità in talune espressioni architettoniche tuttavia risultano sostanzialmente similari nelle necessità e nelle esigenze che presentano e sviluppano nel momento in cui se ne prevede un recupero ed una riutilizzazione nella medesima destinazione residenziale
Il Palazzo Sylos Vulpano è stato quindi rilevato nella sua totale consistenza sia attraverso l'ausilio di dotazioni strumentali che a mezzo di apposite schede di rilevazione che, vano per vano, ne hanno fotografato lo stato di conservazione in ogni elemento e dettaglio costruttivo.

4.5.2 Individuazione degli interventi e computo delle opere.

Le visite di rilievo hanno evidenziato una sostanziale condizione generalizzata di degrado con situazioni puntuali di scatenamento e sconnessioni delle apparecchiature murarie i cui quadri fessurativi possono essere ascrivibili a momenti di turbativa indotti nell'immobile o per eventi particolarmente traumatici come le scosse telluriche o per modificazioni strutturali introdotte nel corso degli anni a vantaggio di una differente condizione di fruibilità.
Inoltre l'insufficiente condizione di conservazione delle strutture di copertura è chiaramente addebitabile, come sempre, alla assoluta assenza di opere manutentive che, in uno con le modeste caratteristiche costruttive dei pacchetti terminali, è stata prodotta dalla lenta e continua azione degli agenti atmosferici che, nel tempo hanno determinato fenomeni di marcescimento nel materiale ligneo e conseguenti crolli e deformazioni strutturali.
Tutti gli ambienti interni hanno palesato lo stato d'abban-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

dono: intonaci ammalorati e cadenti, pavimentazioni distrutte, consunte o rimosse per atti di furto o vandalismo, infissi interni ed esterni assolutamente degradati, impianti a rete di vecchia datazione, non a norma e comunque in più parti irrimediabilmente danneggiati o inesistenti.
Il cattivo stato di conservazione generalizzato degli interni è ben superiore all'immagine che rinviene dalla visione dei prospetti esterni e dell'atrio dove affaccia il loggiato: essi infatti presentano in apparenza modesti episodi di rilevanza strutturale ed, invece, quel naturale processo di invecchiamento del materiale lapideo reso particolarmente accentuato dalla fenomeno della patina di sporco indotto dal fenomeno delle piogge acide e sul quale è comunque possibile intervenire.
Dal quadro generale così come individuato con le dotazioni di rilievo si è quindi potuto procedere alla definizione di una progettazione a carattere preliminare attraverso la quale, confermando sostanzialmente l'assetto distributivo delle partizioni interne ed introducendo quelle minime dotazioni di servizi connesse all'uso residenziale, si è quindi avviato il computo delle opere che è sostanzialmente riconducibile alle categorie di lavoro individuate nella tabella riepilogativa allegata.
La definizione complessiva delle opere è stata quindi svolta per ogni livello dell'immobile, sempre con il conforto delle tabelle analitiche di rilevazione, ed ha determinato le quantità riassunte livello per livello nelle tabelle che seguono. *(Tabelle 1,2,3,4,5,6)*

La mancata possibilità di procedere ad una puntuale progettazione delle dotazioni impiantistiche ha fatto sì che si sia individuato un immobile di recente restaurato, avente caratteristiche pressoché simili e che l'importo complessivo di esse sia stato ritenuto valido in termini di incidenza media anche per il palazzo Sylos Vulpano.
Dall'insieme della computazione e dal riassunto tabellare dei costi livello per livello si è infine ipotizzato un accorpamento per macro categorie di lavoro al fine di valutare l'incidenza percentuale delle stesse sul costo totale dell'intervento.
Dalle *Tabelle 7 e 8* si evidenzia come la maggiore incidenza nei costi per il recupero e la riqualificazione funzionale sia sempre legata alla realizzazione delle opere di finitura, che, specie nel restauro monumentale assumono spesso uno spessore rappresentativo a volte anche maggiore di ben più importanti ed essenziali interventi di consolidamento strutturale.
Di converso la bassa percentuale relativa alle opere di finitura esterne è sostanzialmente dovuta alla normale definizione architettonica e formale dei prospetti con paramento in pietra a vista per i quali si prevedono interventi di moderata pulizia e trattamento superficiale.
La realizzazione degli impianti tecnologici a rete nonché l'introduzione di collegamenti verticali meccanici ha anch'essa un'elevata percentuale di incidenza sul costo totale sia per l'intrinseco costo del materiale tecnologico che per le opere edili di supporto che vanno ad interessare l'immobile nella sua interezza.

4.5.3 Considerazioni finali

Si perviene quindi a stimare per il recupero dell'immobile un costo totale di circa 3.609.490 Euro che, confrontato con il totale delle superfici utili e della volumetria complessiva conduce alla determinazione di due parametri di costo : Euro/mq 1.830,37 e Euro/mc 417,67.
Tali indici risultano sostanzialmente differire dagli unici elementi di riferimento normativo che fanno capo al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 5 agosto 1994 ed alla successiva deliberazione della Giunta Regionale 5 giugno 2003 n. 814, che riguardano i costi del recupero del patrimonio edilizio esistente relativamente alla edilizia sovvenzionata e che non superano la soglia di 718 Euro/mq.
E' del tutto evidente la rilevante differenza nel confronto fra i dati ma è chiaro che l'edilizia monumentale ha requisiti, valenze e condizioni tali da non consentire un raffronto diretto: si tratta cioè di situazioni non omogenee e, come tali, non comparabili.
D'altronde se è vero che mancano altri elementi di confronto ciò è da imputarsi all'estrema variabilità del tessuto edilizio monumentale che differisce sovente nelle forme costruttive anche alle breve distanze regionali.
Il tentativo di individuazione parametrica che oggi si propone non é tanto finalizzato a fornire un semplice moltiplicatore per la progettazione, bensì può servire a determina-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

re con ragionevole approssimazione i costi di intervento di recupero per unità edilizie omogenee e, quindi, nell'ambito delle programmazioni finanziarie, che spesso precedono la fase progettuale, indicare le necessità economiche sì a grande scala, ma comunque in grado di evitare, come spesso è accaduto in passato, di dare avvio ad interventi complessi con stime approssimative ed insufficienti, determinando così lavori incompleti e prolungati fermi di cantiere.

	SUPERFICIE	**MQ**	**230,00**		
	VOLUME x H media 4,00	**MC**	**920,00**		
categ.1	Scavi, rimozione materiali di risulta, vespai e massetti	mq	230,00 €	150,00	34 500,00
categ.2	Pavimentazioni in pietra da smontare, ricollocare e integrare	mq	0,00 €	240,00	0,00
categ.3	Pavimentazioni da rimuovere e sostituire con elementi in pietra	mq	230,00 €	180,00	41 400,00
categ.4	Superfici pareti e volte con intonaco da rimuovere e rifare	mq	0,00 €	50,00	0,00
categ.5	Trattamento pareti e volte a faccia vista	mq	1 270,00 €	80,00	101 600,00
categ.6	Integrazioni paramenti murari	mq	100,00 €	300,00	30 000,00
categ.7	Elementi in pietra da taglio da integrare	mc	2,00 €	2 500,00	5 000,00
categ.8	Superfici lapidee da restaurare	mq	0,00 €	400,00	0,00
categ.9	Volte da consolidare	mq	230,00 €	180,00	41 400,00
categ.10	Volte da ricostruire	mq	0,00 €	400,00	0,00
categ.11	Consolidamento e restauro volte con incannucciata	mq	0,00 €	300,00	0,00
categ.12	Solai in legno da restaurare e consolidare	mq	0,00 €	600,00	0,00
categ.13	Solai in ferro e laterizio da sostituire e/o integrare	mq	0,00 €	140,00	0,00
categ.14	Consolidamento murature (martelli murari, cantonali, ecc.)	mq	200,00 €	280,00	56 000,00
categ.15	Infissi da restaurare	mq	0,00 €	300,00	0,00
categ.16	Infissi interni ed esterni nuovi	mq	80,00 €	800,00	64 000,00
categ.17	Restauro strutture lignee (capriate)	mq	0,00 €	800,00	0,00
categ.18	Coperture in coppi	mq	0,00 €	120,00	0,00
categ.19	Ripristino pavimentazioni solari	mq	0,00 €	80,00	0,00
	TOTALE OPERE MURARIE, CONSOLIDAMENTO E RESTAURO		€		373 900,00
categ.20	Impianti tecnologici (incidenza media)		€		112 000,00
	TOTALE LIVELLO PIANO INTERRATO		**€**		**485 900,00**

Tabella 1.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

	SUPERFICIE	**MQ**	**733,00**		
	VOLUME x H media 4,50	**MC**	**3 300,00**		
categ.1	Scavi, rimozione materiali di risulta, vespai e massetti	mq	450,00 €	150,00	67 500,00
categ.2	Pavimentazioni in pietra da smontare, ricollocare e integrare	mq	450,00 €	240,00	108 000,00
categ.3	Pavimentazioni da rimuovere e sostituire con elementi in pietra	mq	283,00 €	180,00	50 940,00
categ.4	Superfici pareti e volte con intonaco da rimuovere e rifare	mq	1 650,00 €	50,00	82 500,00
categ.5	Trattamento pareti e volte a faccia vista	mq	500,00 €	80,00	40 000,00
categ.6	Integrazioni paramenti murari	mq	150,00 €	300,00	45 000,00
categ.7	Elementi in pietra da taglio da integrare	mc	5,00 €	2 500,00	12 500,00
categ.8	Superfici lapidee da restaurare	mq	200,00 €	400,00	80 000,00
categ.9	Volte da consolidare	mq	569,00 €	180,00	102 420,00
categ.10	Volte da ricostruire	mq	27,00 €	400,00	10 800,00
categ.11	Consolidamento e restauro volte con incannucciata	mq	0,00 €	300,00	0,00
categ.12	Solai in legno da restaurare e consolidare	mq	47,60 €	600,00	28 560,00
categ.13	Solai in ferro e laterizio da sostituire e/o integrare	mq	43,70 €	140,00	6 118,00
categ.14	Consolidamento murature (martelli murari, cantonali, ecc.)	mq	400,00 €	280,00	112 000,00
categ.15	Infissi da restaurare	mq	20,00 €	300,00	6 000,00
categ.16	Infissi interni ed esterni nuovi	mq	110 00 €	800,00	88 000,00
categ.17	Restauro strutture lignee (capriate)	mq	0,00 €	800,00	0,00
categ.18	Coperture in coppi	mq	0,00 €	120,00	0,00
categ.19	Ripristino pavimentazioni solari	mq	0,00 €	80,00	0,00
TOTALE OPERE MURARIE, CONSOLIDAMENTO E RESTAURO			€		840 338,00
categ.20	Impianti tecnologici (incidenza media)		€		250 000,00
	TOTALE LIVELLO PIANO TERRA		**€**		**1 090 338,00**

Tabella 2.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

	SUPERFICIE	**MQ**	**685,00**		
	VOLUME x H media 4,80	**MC**	**3 288,00**		
categ.1	Scavi, rimozione materiali di risulta, vespai e massetti	mq	0,00 €	150,00	0,00
categ.2	Pavimentazioni in pietra da smontare, ricollocare e integrare	mq	135,00 €	240,00	32 400,00
categ.3	Pavimentazioni da rimuovere e sostituire con elementi in pietra	mq	550,00 €	180,00	99 000,00
categ.4	Superfici pareti e volte con intonaco da rimuovere e rifare	mq	1 958,00 €	50,00	97 900,00
categ.5	Trattamento pareti e volte a faccia vista	mq	0,00 €	80,00	0,00
categ.6	Integrazioni paramenti murari	mq	400,00 €	300,00	120 000,00
categ.7	Elementi in pietra da taglio da integrare	mc	6,00 €	2 500,00	15 000,00
categ.8	Superfici lapidee da restaurare	mq	150,00 €	400,00	60 000,00
categ.9	Volte da consolidare	mq	264,00 €	180,00	47 520,00
categ.10	Volte da ricostruire	mq	0,00 €	400,00	0,00
categ.11	Consolidamento e restauro volte con incannucciata	mq	72,20 €	300,00	21 660,00
categ.12	Solai in legno da restaurare e consolidare	mq	161,00 €	600,00	96 600,00
categ.13	Solai in ferro e laterizio da sostituire e/o integrare	mq	260,00 €	140,00	36 400,00
categ.14	Consolidamento murature (martelli murari, cantonali, ecc.)	mq	500,00 €	280,00	140 000,00
categ.15	Infissi da restaurare	mq	25,00 €	300,00	7 500,00
categ.16	Infissi interni ed esterni nuovi	mq	150,00 €	800,00	120 000,00
categ.17	Restauro strutture lignee (capriate)	mq	0,00 €	800,00	0,00
categ.18	Coperture in coppi	mq	0,00 €	120,00	0,00
categ.19	Ripristino pavimentazioni solari	mq	0,00 €	80,00	0,00
TOTALE OPERE MURARIE, CONSOLIDAMENTO E RESTAURO			€		893 980,00
categ.20	Impianti tecnologici (incidenza media)		€		260 000,00
	TOTALE LIVELLO PIANO PRIMO		**€**		**1 153 980,00**

Tabella 3.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

	SUPERFICIE	**MQ**	**324,00**		
	VOLUME x H media 3,50	**MC**	**1 134,00**		
categ.1	Scavi, rimozione materiali di risulta, vespai e massetti	mq	0,00 €	150,00	0,00
categ.2	Pavimentazioni in pietra da smontare, ricollocare e integrare	mq	0,00 €	240,00	0,00
categ.3	Pavimentazioni da rimuovere e sostituire con elementi in pietra	mq	324,00 €	180,00	58 320,00
categ.4	Superfici pareti e volte con intonaco da rimuovere e rifare	mq	1 550,00 €	50,00	77 500,00
categ.5	Trattamento pareti e volte a faccia vista	mq	0,00 €	80,00	0,00
categ.6	Integrazioni paramenti murari	mq	50,00 €	300,00	15 000,00
categ.7	Elementi in pietra da taglio da integrare	mc	2,00 €	2 500,00	5 000,00
categ.8	Superfici lapidee da restaurare	mq	0,00 €	400,00	0,00
categ.9	Volte da consolidare	mq	0,00 €	180,00	0,00
categ.10	Volte da ricostruire	mq	0,00 €	400,00	0,00
categ.11	Consolidamento e restauro volte con incannucciata	mq	18,40 €	300,00	5 520,00
categ.12	Solai in legno da restaurare e consolidare	mq	0,00 €	600,00	0,00
categ.13	Solai in ferro e laterizio da sostituire e/o integrare	mq	324,00 €	140,00	45 360,00
categ.14	Consolidamento murature (martelli murari, cantonali, ecc.)	mq	300,00 €	280,00	84 000,00
categ.15	Infissi da restaurare	mq	0,00 €	300,00	0,00
categ.16	Infissi interni ed esterni nuovi	mq	72,00 €	800,00	57 600,00
categ.17	Restauro strutture lignee (capriate)	mq	75,60 €	800,00	60 480,00
categ.18	Coperture in coppi	mq	0,00 €	120,00	0,00
categ.19	Ripristino pavimentazioni solari	mq	0,00 €	80,00	0,00
TOTALE OPERE MURARIE, CONSOLIDAMENTO E RESTAURO			€		408 780,00
categ.20	Impianti tecnologici (incidenza media)		€		110 000,00
	TOTALE LIVELLO PIANO SECONDO		**€**		**518 780,00**

Tabella 4.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

	SUPERFICIE	**MQ**	**672,00**		
categ.1	Scavi, rimozione materiali di risulta, vespai e massetti	mq	0,00 €	150,00	0,00
categ.2	Pavimentazioni in pietra da smontare, ricollocare e integrare	mq	0,00 €	240,00	0,00
categ.3	Pavimentazioni da rimuovere e sostituire con elementi in pietra	mq	0,00 €	180,00	0,00
categ.4	Superfici pareti e volte con intonaco da rimuovere e rifare	mq	0,00 €	50,00	0,00
categ.5	Trattamento pareti e volte a faccia vista	mq	0,00 €	80,00	0,00
categ.6	Integrazioni paramenti murari	mq	0,00 €	300,00	0,00
categ.7	Elementi in pietra da taglio da integrare	mc	0,00 €	2 500,00	0,00
categ.8	Superfici lapidee da restaurare	mq	0,00 €	400,00	0,00
categ.9	Volte da consolidare	mq	0,00 €	0,00	0,00
categ.10	Volte da ricostruire	mq	0,00 €	0,00	0,00
categ.11	Consolidamento e restauro volte con incannucciata	mq	0,00 €	300,00	0,00
categ.12	Solai in legno da restaurare e consolidare	mq	0,00 €	600,00	0,00
categ.13	Solai in ferro e laterizio da sostituire e/o integrare	mq	0,00 €	140,00	0,00
categ.14	Consolidamento murature (martelli murari, cantonali, ecc.)	mq	0,00 €	280,00	0,00
categ.15	Infissi da restaurare	mq	0,00 €	300,00	0,00
categ.16	Infissi interni ed esterni nuovi	mq	0,00 €	800,00	0,00
categ.17	Restauro strutture lignee (capriate)	mq	0,00 €	800,00	0,00
categ.18	Coperture in coppi	mq	150,00 €	120,00	18 000,00
categ.19	Ripristino pavimentazioni solari	mq	672,00 €	80,00	53 760,00
	TOTALE OPERE MURARIE, CONSOLIDAMENTO E RESTAURO		€		71 760,00
categ.20	Impianti tecnologici (incidenza media)		€		10 000,00
	TOTALE LIVELLO PIANO COPERTURE		**€**		**81 760,00**

Tabella 5.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

SUPERFICI ESTERNE					costo medio	totale
categ.21	Intervento generalizzato di restauro degli intonaci e delle superfici ricoperte con scialbi, di tutti gli elementi architettonici, balconi, cornicioni, ecc..	mq	1 285,00	€	250,00	**321 250,00**

Tabella 6.

RIEPILOGO COMPLESSIVO DELLE CATEGORIE DI LAVORO		U.M.	quantità	Costo medio in €	Totali in €
categ.1	Scavi, vespai e massetti	mq	680,00	150,00	102 000,00
categ.2	Pavimentazioni in pietra da smontare, ricollocare e integrare	mq	585,00	240,00	140 400,00
categ.3	Pavimentazioni da rimuovere e sostituire con elementi in pietra	mq	1 387,00	180,00	249 660,00
categ.4	Superfici pareti, solai e volte con intonaco da rimuovere e rifare	mq	5 158,00	50,00	257 900,00
categ.5	Trattamento pareti e volte a faccia vista	mq	1 770,00	80,00	141 600,00
categ.6	Integrazioni paramenti murari	mq	700,00	300,00	210 000,00
categ.7	Elementi in pietra da taglio da integrare	mc	15,00	2 500,00	37 500,00
categ.8	Superfici lapidee da restaurare	mq	350,00	400,00	140 000,00
categ.9	Volte da consolidare	mq	1 063,00	180,00	191 340,00
categ.10	Volte da ricostruire	mq	27,00	400,00	10 800,00
categ.11	Consolidamento e restauro volte con incannucciata	mq	90,60	300,00	27 180,00
categ.12	Solai in legno da restaurare e consolidare	mq	208,60	600,00	125 160,00
categ.13	Solai in ferro e laterizio da sostituire e/o integrare	mq	324,00	140,00	45 360,00
categ.14	Consolidamento murature (martelli murari, cantonali, ecc.)	mq	1 400,00	280,00	392 000,00
categ.15	Infissi da restaurare	mq	45,00	300,00	13 500,00
categ.16	Infissi interni ed esterni nuovi	mq	412,00	800,00	329 600,00
categ.17	Restauro strutture lignee (capriate)	mq	75,60	800,00	60 480,00
categ.18	Coperture in coppi	mq	150,00	120,00	18 000,00
categ.19	Ripristino pavimentazioni solari	mq	672,00	80,00	53 760,00
categ.20	Impianti tecnologici		A corpo		742 000,00
categ.21	Opere di finitura esterne	mq	1 285,00	250,00	321 250,00
	COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO				**3 609 490,00**

Tabella 7.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ACCORPAMENTO PER MACRO CATEGORIE E VALORI DI INCIDENZA PERCENTUALE			Costo categorie	Incidenza % sul costo totale
categ.1-9-14	Opere di scavo, demolizioni e presidio, lavori di consolidamento, adeguamento e miglioramento strutturale	€	685 340,00	18,99%
categ.6-7-10-13-18-19	Ripresa, ricostruzione e ricomposizione di elementi strutturali e volumetrici	€	375 420,00	10,40%
categ.8-11-12-15-17	Restauro di manufatti lapidei e lignei	€	366 320,00	10,15%
categ.20	Realizzazione impianti tecnologici	€	742 000,00	20,56%
categ.2-3-4-5-16	Opere di finitura interne	€	1 119 160,00	31,01%
categ.21	Opere di finitura esterne	€	321 250,00	8,90%
	COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	**€**	**3 609 490,00**	**100,00%**

SUPERFICIE UTILE COMPLESSIVA	MQ. 1 972,00	€/mq	1830,37	
VOLUME UTILE COMPLESSIVO	MC. 8 642,00	€/mc	417,67	

Tabella 8.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Capitolo 5

Costruzione di un sistema informativo architettonico (S.I.A.) finalizzato alla conoscenza, progettazione e gestione degli interventi di restauro.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

5. Costruzione di un sistema informativo architettonico (S.I.A.) finalizzato alla conoscenza, progettazione e gestione degli interventi di restauro.

M. Minchilli, R. Bologna, M. De Fino, G. Teseo.

5.1 Premessa

La costruzione di un Sistema Informativo Architettonico, inteso come insieme interattivo di un data-base geometrico tridimensionale con un data-base alfanumerico, deve necessariamente prendere a riferimento quanto in questi ultimi venti anni è stato fatto negli ambienti di sviluppo per i GIS (Sistemi Informativi a base Geografica). In tale ultimo settore le tecniche tradizionali di costruzione di link interattivi fra le entità geometriche (generalmente bidimensionali e legate ad un CAD vettoriale) e quelle organizzate in un data-base relazionale (di struttura tradizionale) sono state sostituite, nell'ultima generazione di ambienti di sviluppo GIS, da organizzazioni strutturate di data-base contenenti sia l'informazione grafica che quella alfanumerica e anche quella pittorica (immagini, filmati, suoni etc.).

Queste nuove possibilità, assieme allo sviluppo di GIS pienamente tridimensionali, cioè con gestione geometrica della terza dimensione e non solo come attributo, consentono una sperimentazione più approfondita sulle componenti strutturali e tecnologiche di un edificio.

Le tecniche di analisi metriche e qualitative, attualmente diffuse e finalizzabili allo studio dei manufatti architettonici, sono basate sulla fotogrammetria analitica e digitale, sulle analisi termografiche e soniche dei paramenti murari, sulle indagini endoscopiche, sulle analisi quantitative dei materiali costituenti etc.

Le elaborazioni grafico numeriche di tali analisi sono, nella maggioranza dei casi, slegate fra loro per quanto riguarda i sistemi di riferimento geometrico, le tolleranze di acquisizione e la possibilità di localizzazione tridimensionale.

A tali metodologie si è aggiunto recentemente il rilievo con i sistemi "Laser scanner" particolarmente adatti per le acquisizioni 3D di volumetrie edili, di gallerie e cave, per le acquisizioni metriche in campo industriale e per la costruzione di modelli virtuali spazialmente dimensionati con tolleranza sub-centimetriche.

Tema conduttore del presente modulo della ricerca è la costruzione di un contenitore unico, gestito in maniera integralmente numerica, dove sia possibile riferire spazialmente, in modo univoco e tridimensionale, ogni tipo di strato informativo come approccio alla conscenza, progettazione e gestione di un edificio storico.

Si tende quindi a costruire una nuova strategia nell'analisi progettuale, finalizzata al recupero ed al restauro architettonico, che fornisca il corretto strumento gestionale anche nella vita dell'organismo edilizio successivamente alle operazioni propriamente di cantiere.

La gestione degli interventi di recupero nei centri storici comporta l'acquisizione e l'organizzazione di sistemi di dati complessi e frequentemente molto eterogenei. Infatti, alle informazioni di natura urbanistica sul contesto di riferimento ove sono articolati gli interventi, bisogna aggiungere anche le informazioni di natura edilizia relative alla conoscenza ed all'analisi del patrimonio esistente.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

I sistemi informativi attualmente disponibili su computer sono stati sviluppati soprattutto per le loro applicazioni in ambito territoriale, così come d'altra parte esistono strumenti di modellazione CAAD avanzati, che possono offrire una vasta gamma di applicazioni anche per la gestione delle informazioni sull'edilizia esistente.
Esiste allora la necessità di integrare questi diversi tipi di sistemi di elaborazione delle informazioni, per poter disporre dl uno strumento CAAD da utilizzare per il controllo di tutto il processo di progettazione degli interventi di recupero nel centro,storico.
Partendo da strumenti informatici abbastanza diffusi, per applicazioni su personal computer nei vari campi che possono essere interessati dal processo di progettazione del recupero nei centri storici, si sono sviluppate delle interfacce per l'integrazione dei vari ambienti e per l'acquisizione ed il controllo dei dati da parte dell'utente.
La scelta di utilizzare per la ricerca mezzi abbastanza diffusi e stata motivata, oltre che dallo sfruttamento di risorse comunemente disponibili, anche dal criterio di definire metodologie generali, applicabili poi alla soluzione di problemi affrontati con strumenti informatici diversi ma della stessa natura.

5.2 Struttura delle informazioni.

Le informazioni relative ai centri storici possono formare una banca dati, la cui organizzazione costituisce un sistema finalizzato alla gestione degli interventi da condurre ed alla loro programmazione. Ma le informazioni che compongono la banca dati sono di varia natura: ad una prima grande categoria appartengono tutte quelle cosiddette descrittive, cioè dati numerici e non (alfanumerici) che servono a rappresentare le caratteristiche oggettuali degli elementi appartenenti al contesto; ad una seconda categoria appartengono tutte le informazioni che servono a rappresentare gli elementi del contesto, a fornire cioè una loro modellazione spaziale.
Evidentemente le due categorie di dati analizzati ed archiviati possono interagire reciprocamente e questi vengono utilizzati per la gestione della banca dati. Le due classi di dati sopra distinte, inoltre, sono presenti a tutte le scale di intervento nel contesto, da quella territoriale a quella locale, dagli organismi edilizi ai singoli elementi tecnici.
Una esperienza della complessità presentata nell'organizzare dati appartenenti alla sola prima categoria, cioè di natura descrittiva, e stata condotta in occasione della formazione della banca dati del Piano dei Servizi del Centro Storico di Palermo[1].
La base di dati diviene ancor più complessa quando a queste informazioni si aggiungono anche quelle destinate ad una rappresentazione spaziale degli oggetti analizzati, per una gestione finalizzata sia alla loro modellazione geometrica, per successive possibili azioni di controllo progettuale di vario tipo, sia per visualizzazioni connesse alla definizione oggettuale (ad esempio rilievi, produzione di grafici, etc.)
Si è visto che la costruzione della struttura della banca dati non presenta eccessive difficoltà, pur tenendo conto che i dati, siano essi geometrici e non-geometrici, interagiscono e quindi sono utilizzabili per ambedue le finalità (di descrizione e di rappresentazione). Un buon data base relazionale, come quelli usualmente adoperati in DBMS, può essere ben organizzato e programmato per questi obiettivi, ad esempio nel nostro caso si e utilizzato con ottimi risultati il dBase.
Maggiori difficoltà si presentano invece quando si devono relazionare al data base strutture che consentano la modellazione degli oggetti da rappresentare, che a seconda della scala del contesto presentano dei limiti operativi: un sistema informativo territoriale ha un ottimo modellatore bi-dimensionale, che integra, volendo, sia immagini raster che vettoriali, ma che può non consentire l'introduzione di elementi tri-dimensionali, necessaria ad una modellazione delle unità edilizie e degli elementi tecnici.
D'altra parte, un buon modellatore tri-dimensionale si presta male a gestire le informazioni urbanistiche, cosa che un sistema territoriale fa agevolmente, in quanto dotato di

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

tutte le procedure necessarie.
Un modo di risolvere il problema è stato allora quello di utilizzare entrambi gli strumenti per collegarsi a dBase: nel nostro caso un sistema informativo territoriale come MapInfo ed un modellatore tri-dimensionale come AutoCAD.
Una volta effettuato il collegamento, sviluppate cioè le interfacce DDE per lo scambio dei dati tra i vari protocolli impiegati, l'integrazione dinamica tra i vari ambienti operativi ha consentito ovviamente di sfruttare il collegamento per formare e gestire il data base iniziale, sfruttando i dati introdotti ed elaborati con i due modellatori.

5.3 Organizzazione del Data Base.

I dati che descrivono il :contesto o gli oggetti edilizi nel conteso, come abbiamo detto, costituiscono il vero e proprio data base. Sono quindi dati geometrici e non-geometrici che devono essere relazionati da una struttura che garantisca la completa descrizione e rappresentazione degli elementi nella generalità dei casi presenti in un centro storico.

5.3.1 Dati non-geometrici.

Per la costruzione del data base non-geometrico è stata preliminare la definizione di una scheda nella quale strutturare le informazioni, classificandole e codificandole secondo determinate modalità, che ne consentissero la molteplice utilizzazione nella generalità dei casi, la facile aggiornabilità da parte degli operatori ed un puntuale controllo.
Un primo blocco di informazioni della scheda contiene tutti quei dati necessari ad una identificazione e collocazione degli edifici nel contesto e nelle mappe della cartografia (numeri di riferimento, denominazione, identificazioni catastali e planimetriche, accessi).
Seguono le informazioni riguardanti le caratteristiche dei sistemi edilizi con indicazioni sulle destinazioni d'uso, sui dati metrici (superfici, altezze, volumi, densità) complessivi e separatamente per i vari piani e per le parti che compongono l'edificio. La descrizione è completata dalle caratteristiche tipologiche dell'impianto; dagli interventi nel tempo; dalle caratteristiche architettoniche; dalle notizie storiche.
Fanno parte della scheda anche una serie di informazioni grafiche, non di natura strettamente geometrica ma descrittive, costituite da fotografie, stralci di immagini di documentazioni bibliografiche varie, stralci di strumenti urbanistici di riferimento.
Sono riportate infine le informazioni riguardanti le caratteristiche del sistema tecnologico (strutture portanti, chiusure, partizioni, impianti, finiture) e del suo stato di conservazione. In questa fase è importante una classificazione tipologica degli elementi tecnici riscontrabili, tendente a formulare dei veri e propri abachi da utilizzare per il riconoscimento e la catalogazione in fase di rilievo e come repertorio in fase progettuale.
Un criterio per la classificazione degli elementi di facciata dell'edilizia minore del centro storico di Palermo è stata messo a punto successivamente per essere introdotto nel data base relazionale della banca dati. Il metodo di codifica degli elementi tecnici, basato sull'introduzione di codici alfa-numerici, è stato infatti pensato per un'agevole e non ambigua individuazione delle informazioni relative.
Tutte le informazioni descrittive, così classificate ed organizzate, realizzano quindi la struttura del data base, cui sono relazionate anche le informazioni geometriche vere e proprie che servono a formare il modello fisico del contesto e degli oggetti edilizi relativi.

5.3.2 Dati geometrici.

I dati geometrici sono strutturati nel data base in maniera gerarchica: un livello territoriale, nel quale sono organizzati i dati del contesto urbano, riferiti ad un sistema geografico globale che rinvia a riferimenti locali; un livello inter-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

medio, urbano, nel quale sono organizzati i dati relativi all'isolato; un livello inferiore, edilizio, con i dati delle unità edilizie; uno elementare, che comprende i dati dei singoli componenti del sistema edilizio.
L'acquisizione dei dati del primo livello, quello territoriale e quidi bi-dimensionale, può avvenire utilizzando sia MapInfo sia AutoCAD. E' preferibile muoversi nell'uno o nell'altro dei due ambienti a seconda della fase progettuale in cui si opera.
Se si opera in ambiente AutoCAD la mappa può essere digitalizzata con la tavoletta grafica, predisponendone il file in formato .DXF, per essere poi facilmente convertito da MapInfo. In fase di conversione occorrerà introdurre le coordinate geografiche (longitudine e latitudine) a cui riferire l'origine della mappa modellata in AutoCAD. Il disegno e così pronto per essere importato in MapInfo ove può venire visualizzato nella sua esatta collocazione geografica (nel primo quadrante ove ricade l'Europa). Se si introduce la mappa digitalizzandola direttamente con MapInfo è invece possibile l'operazione inversa, cioè quella di convertire il relativo file nel formato riconoscibile da AutoCAD (da .MMI a .DXF).
Una volta costruito il modello territoriale, per passare agli altri livelli di disegno tri-dimensionale, da quello urbano a quello elementare, ci si muoverà in ambiente AutoCAD, dove le varie entità spaziali, sono state strutturate in blocchi elementari da inserire nel disegno base. A livello urbano si individuano i blocchi che definiscono i singoli isolati e ad livello di organismo edilizio quelli che definiscono le varie unità edilizie o le parti che le compongono. A livello di unità edilizie quelli che individuano i vari elementi tecnici che le compongono.
Tutti i blocchi richiamabili dal disegno corrente sono costruiti introducendo i dati geometrici specifici o attribuendo i valori alle variabili richieste per la costruzione. I blocchi 3D vengono modellati dall'esecuzione di programmi sviluppati in AutoLisp e richiamabili da menu AutoCAD. I programmi prevedono la modellazione di alcuni elementi tecnici particolarmente diffusi nell'edilizia dei centri storici (balconi, scale, infissi, cornici, colonne), le cui caratteristiche geometriche sono date in forma parametrica ed interattivamente a mezzo di input delle variabi-

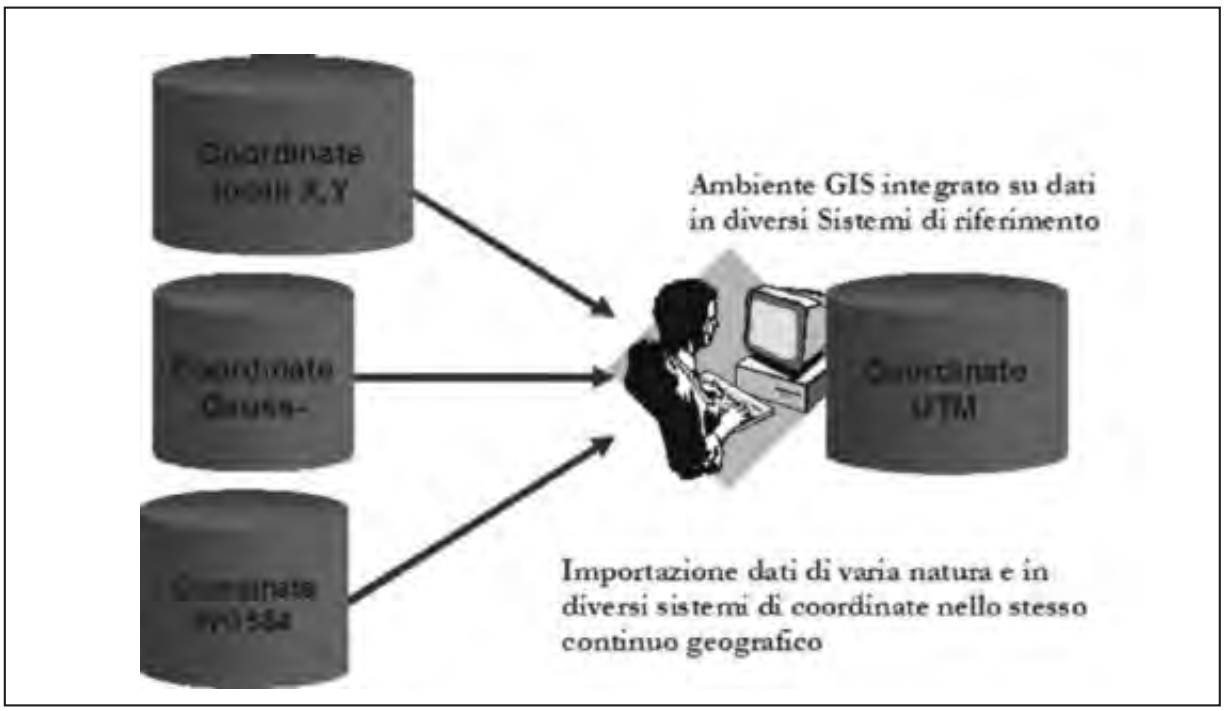

Ambiente GIS integrato su dati
in diversi Sistemi di riferimento
Importazione dati di varia natura e in
diversi sistemi di coordinate nello stesso
continuo geografico

Fig. 1: Ambiente GIS indipendente ed integrato su vari Sistemi di riferimento.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

li di disegno.
La costruzione degli elementi ai vari livelli avviene quindi per aggregazione di blocchi che modellano gli oggetti edilizi e che vengono strutturati in maniera gerarchica all'interno del disegno del contesto urbano.
I blocchi costituiscono quindi una libreria di elementi di disegno la cui gestione, finalizzata alla costruzione del modello del centro storico, e governata dal data base.
I blocchi delle singole unità edilizie che costituiscono l'isolato sono ottenuti per aggregazione dei blocchi che contengono le rispettive informazioni geometriche (piante, prospetti), a loro volta ottenuti per aggregazione dei blocchi ottenuti dalla gestione delle librerie dei singoli elementi tecnici (balconi, finestre, portoni, scale, cornici, ringhiere, etc.).

5.3.3 INTEGRAZIONE DEI DATI.

Le informazioni geometriche e non introdotte con gli strumenti precedentemente descritti, sono già organizzate per interagire reciprocamente e per essere quindi integrate nel data base relazionale.
Un primo momento di integrazione, tra i dati geometrici che descrivono le entità di disegno dei modelli bi e tridimensionale e tra i dati alfanumerici ad esse correlati, avviene già nell'ambiente di disegno AutoCAD. Si sfrutta infatti la possibilità offerta da AutoCAD di associare attributi ai blocchi, che rappresentano le entità geometriche elementari, come abbiamo visto anche raggruppandoli gerarchicamente, per modellare entità di livello superiore.
Una prima richiesta di informazioni alfanumeriche, connesse alle entità geometriche modellate, avviene quindi già nel momento di inserimento del blocco della libreria di elementi. Oltre alla richiesta di parametri geometrici da assegnare alle variabili di disegno (coordinate,fattori di scala, angoli di rotazione) vengono introdotti i valori alfanumerici alle variabili predefinite come attributi ai vari blocchi di disegno. Nel caso di generazione con procedure AutoLisp parametrizzate l'input dei valori alfanumerici, compreso il codice del blocco, avviene direttamente da programma, prima dell'inserimento interattivo nel disegno dell'unità

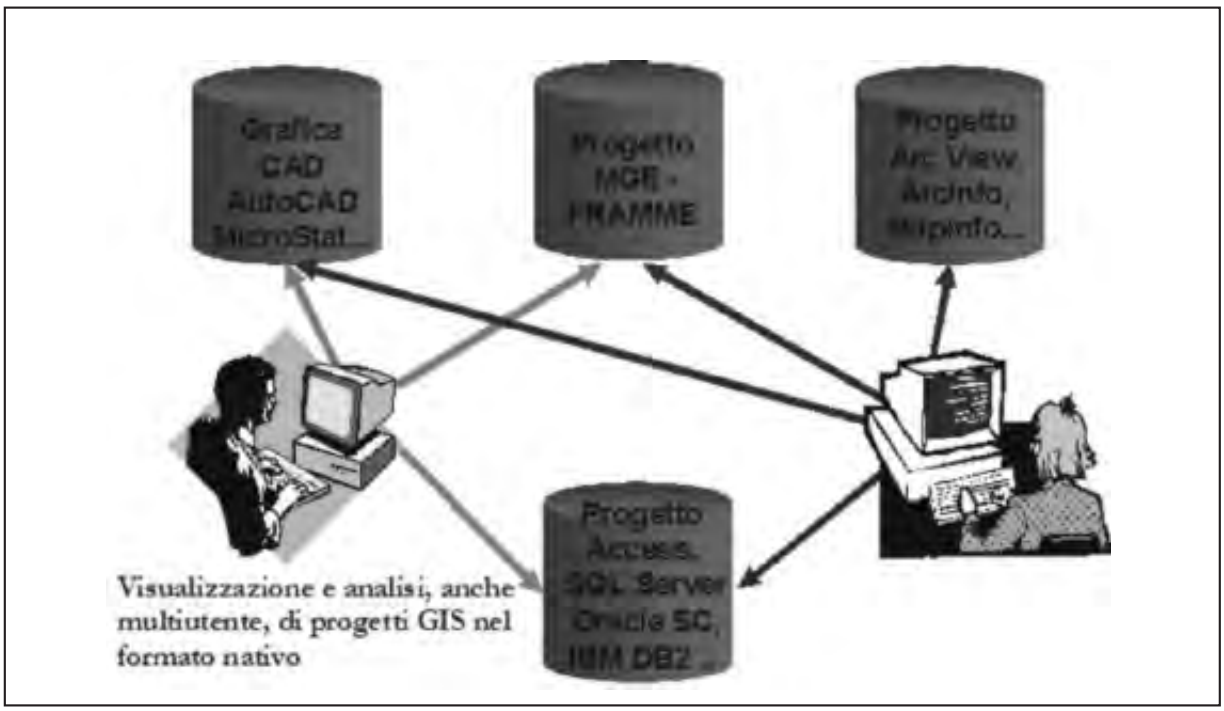


Fig. 2: Integrazione dati fra ambienti CAD e GIS con collegamento ai DBMS.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

edilizia.
Le procedure così definite sono comunque facilitate dalla visualizzazione di opportuni messaggi di richiesta, che propongono valori standard di default, per ogni attributo inizialmente etichettato.
Dal data base del disegno AutoCAD, aggiornato nel corso dell'assemblaggio dei vari blocchi e delle relative informazioni alfanumeriche ad esso connessi, si passa al DBMS attraverso un'operazione di estrazione dei dati alfanumerici del file di disegno del modello 2D o 3D, attraverso un'interfaccia utente costituita dal file di emissione generato in un formato (.SDF) importabile in ambiente dBase. In questa fase e opportuno specificare quali attributi estrarre. attraverso il file di specifica. che serve anche a strutturare i dati. in modo da organizzarli per poter comunicare col data base relazionale. Il file di specifica quindi struttura quegli attributi che si vuole siano esportati al data base. organizzandoli in campi le cui dimensioni ed il cui ordine corrispondono a quelli dei records dei files del d Base.
Affinché i due ambienti possano comunicare. come accennato. occorre che nel dBase sia stato creato un file (.DBF) con una stessa struttura di quello di emissione. Cioè ad ogni record si faranno corrispondere i nomi dei blocchi e ad ogni campo gli attributi specificati.
Il file estratto da AutoCAD può allora essere immesso in quello di dBase (opzione Append). Un'utile interfaccia che consente di accedere direttamente da d Base al file di emissione di AutoCAD e stata realizzata sviluppando un programma (.PRG). che immette nell'archivio della banca dati direttamente il file degli attributi.
L'ulteriore passo verso l'integrazione complessiva dei dati. anche a livello territoriale. avviene infine attraverso MapInfo. ove il data base realizzato può essere completato conun riferimento ad una sua collocazione geografica. :
L'interfaccia (Prepare) che rende attivo il file di d Base anche nel Data Base Manager di MapInfo e costituito dalla immissione delle coordinate geografiche (opzione Pointfile).
Longitudine e latitudine saranno scritte in altri due campi. che vengono aggiunti a quelli dei records di ogni blocco. e saranno riferite alle coordinate del punto di inserimento del blocco stesso. Di conseguenza. con una procedura interattiva ottenuta posizionando il cursore nel punto della mappa corrispondente al record. anche tutti i dati in esso contenuti vengono associati al punto della mappa e quindi l'integrazione e completa.
Gli strumenti di integrazione dei dati consentono evidentemente una introduzione in senso opposto a quello descritto.
E' possibile cioè. ove si rendesse necessario. aggiornare il data base a partire da MapInfo. in modo interattivo selezionando il punto di riferimento nella mappa (opzione Point Add) ed introducendo i nuovi dati. che verranno così ad essere disponibili nel file di d Base.

5.4 Gestione della banca dati.

L'integrazione tra gli ambienti operativi utilizzati per archiviare i vari tipi di informazione è l'organizzazione delle strutture relazionali della banca dati costruiscono gli aspetti più significativi del sistema informativo studiato. Ma esso e stato pensato anche in vista di quelle specifiche operazioni di gestione delle informazioni raccolte, che caratterizzano il recupero dei centri storici.
L'accesso alla banca dati, possibile interattivamente da uno qualsiasi degli ambienti operativi in uso, oltre che mezzo di consultazione, per la conoscenza e le analisi del contesto, diventa anche mezzo di aggiornamento, per la programmazione degli interventi ed il controllo del territorio.
L'aggregazione delle informazioni della banca dati interattivamente e direttamente rispetto al territorio è ottenuta attraverso il modulo di MapInfo dedicato alla sezione geografica, che gestisce i dati geometrici bi-dimensionali ricavati dalla cartografia e relaziona costantemente ad essi le informazioni locali, geometriche tri-dimensionali ed alfanumeriche ad esse connesse. La consultazione e/o l'aggiornamento delle conoscenze del tessuto edilizio e quindi possibile direttamente dalla sezione Mapfile, che consente di

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

visualizzare la rappresentazione del contesto e ricercare le informazioni descrittive degli elementi edilizi correlate alla mappa dal data base. E' possibile ricercare e visualizzare determinate informazioni alfanumeriche a partire dalla posizione del cursore sul modello grafico (opzione Pointfile), attraverso opportune chiavi di accesso, che vengono selezionate attraverso menu a finestra che si sovrappongono al grafico. Al contrario da List Edit e possibile, selezionando un opportuno campo chiave, visualizzare (e stampare) i dati alfanumerici ricercati ed ottenere la localizzazione interattiva sul modello grafico a video.
Evidentemente tali tecniche DBMS di interrogazione sono direttamente indirizzabili se ci si muove in ambiente d Base per ricerche e visualizzazioni di informazioni descrittive di tipo alfanumerico; ma da MapInfo esse consentono anche la localizzazione e rappresentazione grafica a livello territoriale e urbano, rispetto sempre ad un sistema di riferimento a carattere generale (geografico).
Inoltre il livello di rappresentazione bi-dimensionale offre strumenti divisualizzazione e controllo attraverso la possibilità di estrarre carte tematiche correlate ad eventuali elaborazioni nel data base.

La rappresentazione della mappa, che costituisce anche l'interfaccia grafica, e aggiornabile direttamente da MapInfo (sezione Mapfile) e da da AutoCAD, effettuando le reciproche conversioni con la già accennata interfaccia. Passando dal disegno MapInfo a quello AutoCAD (sezione Convert), e possibile gestire la consultazione, la modifica o l'aggiornamento anche degli oggetti 3D collegati alla mappa nel file di disegno ed indirizzabili da dBase
Per esempio si potrà rappresentare e visualizzare a livello urbano l'isolato o gli elementi base di unità edilizie (piante, prospetti) o elementi tecnici di essa (balconi, finestre, porte, etc.). In ognuna di queste rappresentazioni si potrà intervenire per segnare le modifiche dovute all'aggiornamento, dei rilievi o le trasformazioni dovute agli interventi progettati
La procedura di gestione degli oggetti delle librerie avviene in maniera interattiva a mezzo di veri e propri abachi. Essi visualizzano la rappresentazione delle entità di disegno in forma di manuale, articolato secondo la classificazione tipologica inizialmente illustrata. In fase di consultazione e anche possibile riconoscere e classificare l'oggetto edilizio ed eventualmente aggiornare il manuale. In fase di rappre-

Fig. 3: Integrazione dati fra ambienti GIS nello standard OpenGIS®.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

sentazione degli oggetti nel contesto, viceversa, e possibile un rinvio all'abaco, a mezzo di opportuni codici alfanumerici che ne facilitano la gestione, per l'inserimento dei blocchi eventualmente aggiornati o delle trasformazioni progettuali del modello edilizio.
Il modello relazionale consente infatti di sfruttare tutte le tecniche DBMS: possono essere effettuate sia elaborazioni di dati, sia indagini particolari. Con le tecniche di interrogazione e possibile eseguire ricerche differenziate o condizionate.
La gestione di tutte le informazioni descrittive, che contengono anche il rinvio a quelle geometriche (coordinate di disegno e geografiche), può avvenire prevalentemente in ambiente dBase, che assume in un certo senso il ruolo di supervisore di tutta la banca dati secondo specifiche chiavi di accesso, che facilitano operazIone di analisi, particolarmente impegnative nel caso dei centri storici.
Particolari elaborazioni saranno possibili invece con lo sviluppo di programmi (file di tipo .PRG) scritti per l'ambiente dBase, che realizzano procedure non contemplate nello standard operativo e che ne personalizzano l'utilizzazione.
Un esempio di programma sviluppato e quello che consente l'organizzazione della banca dati in blocchi di informazioni, corrispondenti ai moduli con cui sono stati catalogati durante l'operazione di schedatura effettuata nei rilievi; esso provvede alle operazioni di input, a mezzo di opportuni menù video che consentono un'immediata classificazione tipologica degli elementi, ed a quelle di output delle schede riepilogative delle informazioni relative al singolo oggetto edilizio, ove sono riportati anche i risultati delle analisi e l'individuazione e la descrizione degli interventi da condurre.

5.5 Casi di studio

Essendo la prima fase dedicata alla conoscenza, e quindi alla costruzione della banca dati tridimensionale, si relazionano qui di seguito due esperienze condotte sulle tematiche indicate. La prima finalizzata all'integrazione di procedure fotogrammetriche e topografiche applicate all'analisi una volumetria architettonica complessa e la seconda come approccio metodologico per l'implementazione di scelte sostenibili nel restauro attraverso sistemi di ausilio alla decisione basati su motori GIS.

5.5.1 Impostazione e progettazione.

Le problematiche connesse all'uso di tecniche ibride di rilievo applicate all'analisi metrica vengono affrontate per un complesso edilizio storico su cui si stanno operando sostanziali modifiche architettonico-strutturali al fine di accogliere i nuovi uffici della Soprintendenza ai Beni AA.AA.AA.SS. della Puglia.
La scelta di un univoco sistema di riferimento spaziale ha consentito l'integrazione dei modelli di rilievo fotogrammetrico numerico e digitale, per i prospetti esterni ed interni, con le poligonali topografiche di inquadramento e di dettaglio collegate altimetricamente per tutti i 7 livelli interni (ciascuno di circa 1200 mq).
L'esigenza di profonde modifiche distributive all'edificio, unitamente alla sua complessa volumetria architettonica ed alla variegata situazione strutturale, ha imposto la costruzione di una rete topografica di piccola tolleranza finalizzata alla progettazione sia architettonica che degli arredi fissi oltre che all'analisi delle sezioni strutturali per le operazioni di demolizione e ricostruzione.
Fra le indagini preliminari, necessarie ad una progettazione di restauro e recupero architettonico, il rilievo metrico riveste non solo un ruolo di base ma risulta in ordine temporale anche la prima a dover essere completata. I tempi ristretti a disposizione, schiacciati fra l'inizio finanziabile dei lavori, l'esecuzione della progettazione di dettaglio e l'apertura, a volte contestuale, del cantiere comportano scelte metodologiche che siano soddisfacenti sia sotto il profilo della qualità che dei tempi e dei costi risultanti.
Il carattere interdisciplinare di tali attività riguarda non solo la stretta interazione, che consideriamo indispensa-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

bile, fra gli specialisti del rilievo ed i progettisti ma anche l'uso ibrido di tutte le metodologie topo-fotogrammetriche eseguibili. Questo ha comportato, nel caso in esame, una varietà di schemi nel disegno delle reti plano-altimetriche, nel collegamento altimetrico delle stesse ai vari livelli, nella chiusura di maglie di livellazione geometrica, nel rilievo di dettaglio delle sagome planimetriche interne ed, infine, nell'uso di tutte le tipologie di rilievo fotogrammetrico dall'analitico al digitale.
Lo svolgimento delle operazioni all'interno è stato completato in due cicli.
Nel primo si è posto particolare accento sul dettaglio degli elementi architettonici, sia planimetrici che in sezione altimetrica, per consentire in fase progettuale la comprensione strutturale del manufatto, la ricostruzione storica degli ampliamenti e delle modifiche e quindi la quantificazioni dei tramezzi, delle murature non portanti e delle finiture da demolire. Contestualmente alle analisi interne è stato completato il primo ciclo di riprese fotogrammetriche sui prospetti esterni.
Successivamente i lavori di restauro sono stati consegnati e, a cantiere aperto, é stato eseguito un secondo ciclo di misure interne tendenti a graficizzare lo stato planimetrico degli interni ad abbattimenti eseguiti. L'esecuzione delle misure in tali condizioni è stato condizionata dalla presenza di lavorazioni pesanti, che provocavano vibrazioni, e dalla necessità di operare immediatamente in coda alle operazioni di demolizione delle strutture murarie di ciascun livello mentre il cantiere continuava l'attività sui piani superiori. Le misure nel piano interrato, dotato di accessibilità difficoltosa e, per la zona Nord, addirittura interclusa da tamponamenti effettuati nel tempo, sono state eseguite collegando le relative poligonali topografiche attraverso le "bocche di lupo" di aerazione o in mancanza attraverso apposite demolizioni nelle strutture portanti voltate.
Alcune quantità, relative ai lavori di rilievo qui descritti, possono dare una valutazione di massima delle superfici e volumetrie analizzate:
superficie planimetrica rilevata circa 8400 mq (7 livelli da 1200 mq);
superficie dei prospetti esterni ed interni circa 6000 mq;
volumetria vuoto per pieno 38.000 mc.

5.5.2 Inquadramento storico e progettuale.

Il convento di S. Chiara è situato sul lato nord-est del promontorio della città vecchia di Bari ed affaccia ad est sul lungomare Antonio De Tullio, dove correvano le mura della città, e a sud su strada Tresca ed il castello Svevo. Nel tratto di mura fra il castello e la chiesa di S. Chiara si apriva il porto medioevale e la attuale via di S. Chiara era uno dei principali percorsi per accedervi.
Attualmente l'ex convento si presenta in forma piuttosto compatta, un parallelepipedo a base rettangolare alto quattro piani, ma è il risultato di progressive addizioni realizzate fra il XV e il XX secolo.
Il complesso della chiesa e del convento di Santa Chiara trae origine da una chiesa fatta costruire nel XIII secolo dai

Figg. 4 e 5: Vista complessiva degli esterni e del cortile interno del Convento di S.Chiara.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

cavalieri dell'ordine teutonico, intestata a S. Maria degli Alemanni; la chiesa divenne in seguito soggetta alla badia o precettoria di S. Leonardo della Mattina di Siponto.
É difficile stabilire quale fosse la consistenza del convento nel primo secolo di vita. Sono pochi i documenti sopravvissuti in cui il monastero è citato: in alcuni si fa riferimento alle mura della città, a cui era adiacente; in altri al numero delle monache, che erano 46 nel 1594; da cui si suppone che il monastero dovesse avere già una notevole dimensione.
Dalle visite pastorali condotte nel corso del XVII secolo è possibile ricavare qualche notizia sulle condizioni e sulle dimensioni del monastero. Il convento risulta fornito di tutti i locali necessari al suo funzionamento (dormitori, infermeria, coro, sacrestia, refettorio) che risultano ben mantenuti; i vescovi si limitano ad ordinare l'aggiunta di grate nei parlatori o in alcune finestre e a controllare che dall'esterno non sia possibile guardare all'interno del monastero.
Nel 1616 le monache chiedono di sospendere la fabbrica del convento di S. Francesco per evitare le introspezioni nel dormitorio e refettorio, che dunque affacciavano sul quel lato; nell'aprile 1617 l'arcivescovo non aveva ancora deciso sulla questione. Nel 1659 il vescovo Sersali stabilisce di ridurre il numero delle monache professe da 34 a 25, tenendo conto del loro reddito certo.
Si può ipotizzare, in base ai documenti archivistici e all'analisi delle murature, che prima dell'inizio dei lavori compiuti nel 1700 le dimensioni del collegio fossero inferiori. É probabile che fossero stati costruiti solo tre bracci dell'edificio: quello sud adiacente alla chiesa (sempre il primo ad essere costruito nei conventi francescani), e una parte di quelli est ed ovest, forse con l'intenzione di chiudere con un quarto braccio in corrispondenza della quarta campata, ottenendo un cortile di tre per quattro campate. Infatti in corrispondenza della quarta campata del lato est è visibile una netta soluzione di continuità fra una muratura mista in conci irregolari di pietra calcarea e calcarenite e una muratura costituita da conci di tufo regolari. La muratura mista si ritrova, oltre che nel resto dell'edificio verso la chiesa, anche nel muro esterno dell'edificio verso S. Francesco della Scarpa: è probabile che nella prima fase costruttiva fosse stata delimitata la proprietà delle monache fino al confine con i padri di S. Francesco, utilizzando lo spazio interno recintato come orto o giardino. Nella seconda fase costruttiva, deciso l'ampliamento del convento, venne utilizzato il muro di recinzione.
É difficile stabilire quale fosse l'altezza dell'edificio sui diversi lati. Infatti le facciate esterne est e nord presentano il cantonale alto fino al quarto livello, ma sul lato est c'è una risega in corrispondenza del terzo livello. Il lato ovest è stato ristrutturato verso l'esterno, mentre nel cortile sopra il piano porticato presenta una soluzione differente, più semplice di quella degli altri lati, poiché manca la suddivisione in fasce e le finestre hanno cornici di tipo differente.
Nel 1812, quando Gioacchino Murat decretò la soppressione degli ordini religiosi, l'arcivesco Baldassarre Mormile riuscì ad evitarla per i conventi femminili ma non per Santa Chiara, forse perché il convento era stato ceduto al comune di Bari per destinarlo a sede dei Tribunali. Nell'archivio di Stato di Bari è conservato il progetto relativo al piano sotterraneo per la trasformazione in tribunale, che prevedeva la suddivisione in piccole celle dell'ala est dell'edificio. Il disegno permette di conoscere la posizione di una scala, in seguito ricostruita, e conferma l'ipotesi che l'ingrandimento del collegio, rappresentato già nelle attuali dimensioni, sia avvenuto nella fase costruttiva intorno al 1730.
Nella prima metà di questo secolo l'ex convento, insieme a quello di S. Francesco, continuò a funzionare come caserma (Regina Elena, poi Positano). Nel 1945 l'esplosione di una nave di guerra causò danni alla chiesa di Santa Chiara, e probabilmente anche al convento.
Nel 1958 la caserma venne destinata a Centro Raccolta Profughi e vennero compiuti una serie di lavori fra il 1959 e il 1964 e fra il 1971 e il 1973. Nel corso di questi lavori oltre al rinnovamento degli impianti (fognari, idraulici, elettrici, ecc.) e a parziali modifiche nella distribuzione, venne realizzata una nuova scala sul lato sud, distaccata rispetto alla precedente dagli ambienti annessi alla chiesa, ricostruiti alcuni solai in latero-cemento e realizzata la sopraelevazione del quarto piano sui lati ovest e sud.

La scelta progettuale, che porterà alla definizione degli interventi, sarà di puntare al massimo possibile alla conservazione dell'esistente; infatti le operazioni che si propongono seguono due linee ben precise: conservare e aggiungere.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

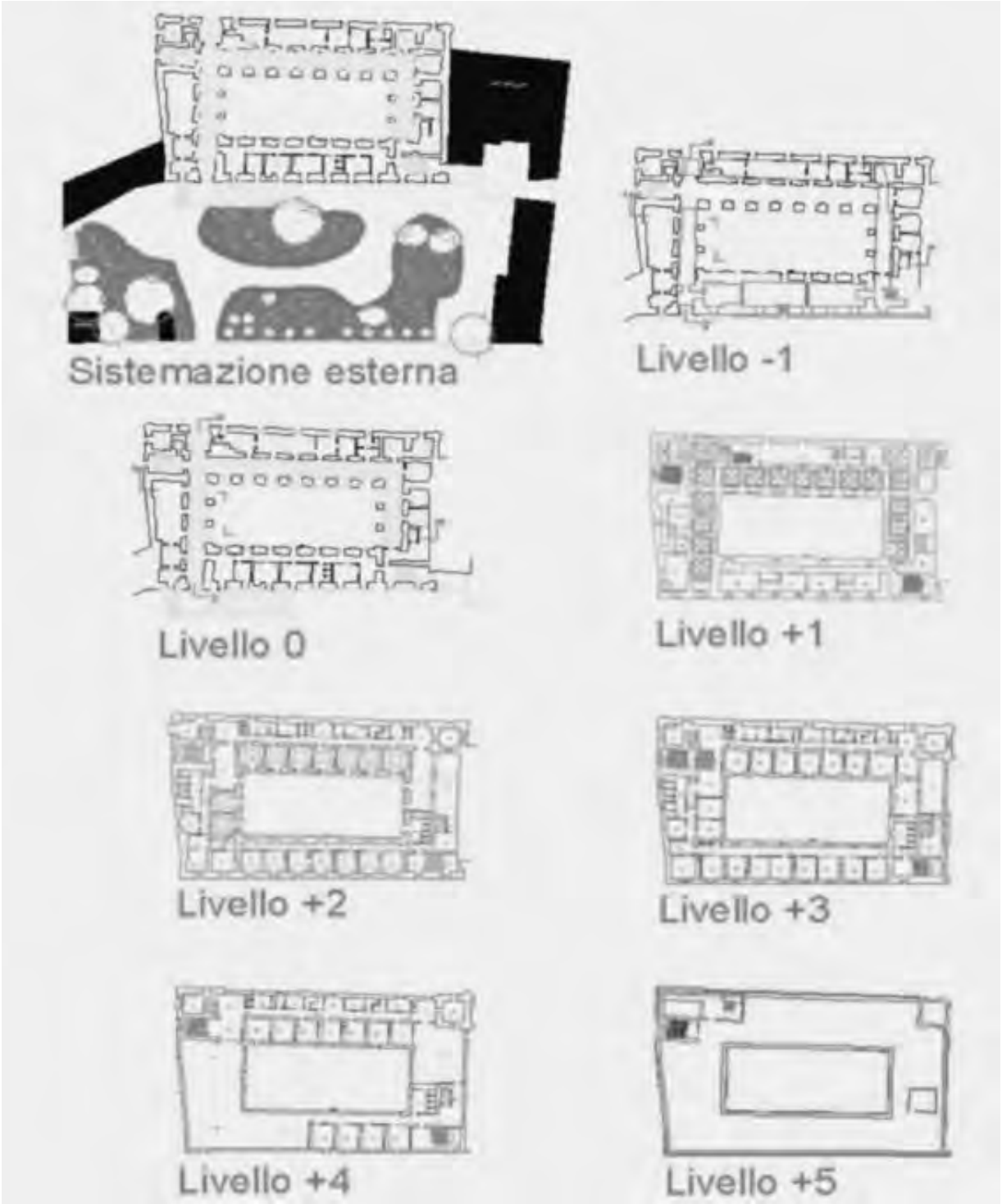


Fig. 6: Restituzioni planimetriche numeriche prima dell'inizio dei lavori (orig. in scala 1:50)

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Conservare materiali e strutture significa interrompere i processi di degrado e di dissesto in atto rimuovendo le cause che li hanno determinati, proteggendoli per garantire la migliore sopravvivenza.

Aggiungere vuol dire intervenire là dove si sono rilevate mancanze o carenze di materiali ormai perduti ma indispensabili alla sopravvivenza dell'edificio; di strutture incapaci di rispondere al compito al quale sono preposte; di impianti inadeguati rispetto alle necessità o rispetto alla normativa.

5.5.3 STATO DI FATTO E PROGETTO DEL RILIEVO.

L'edificio, a pianta rettangolare, presenta la canonica tipologia di un complesso conventuale, pur se con variazioni dovute alla successione di differenti fasi costruttive legate ai cambiamenti di destinazione d'uso.
Il rapporto tra le lunghezze delle ali maggiori rispetto alle minori è infatti superiore alla norma, per cui il portico del chiostro presenta una pianta rettangolare allungata, ritmata da sette campate sul lato maggiore e tre sul minore.

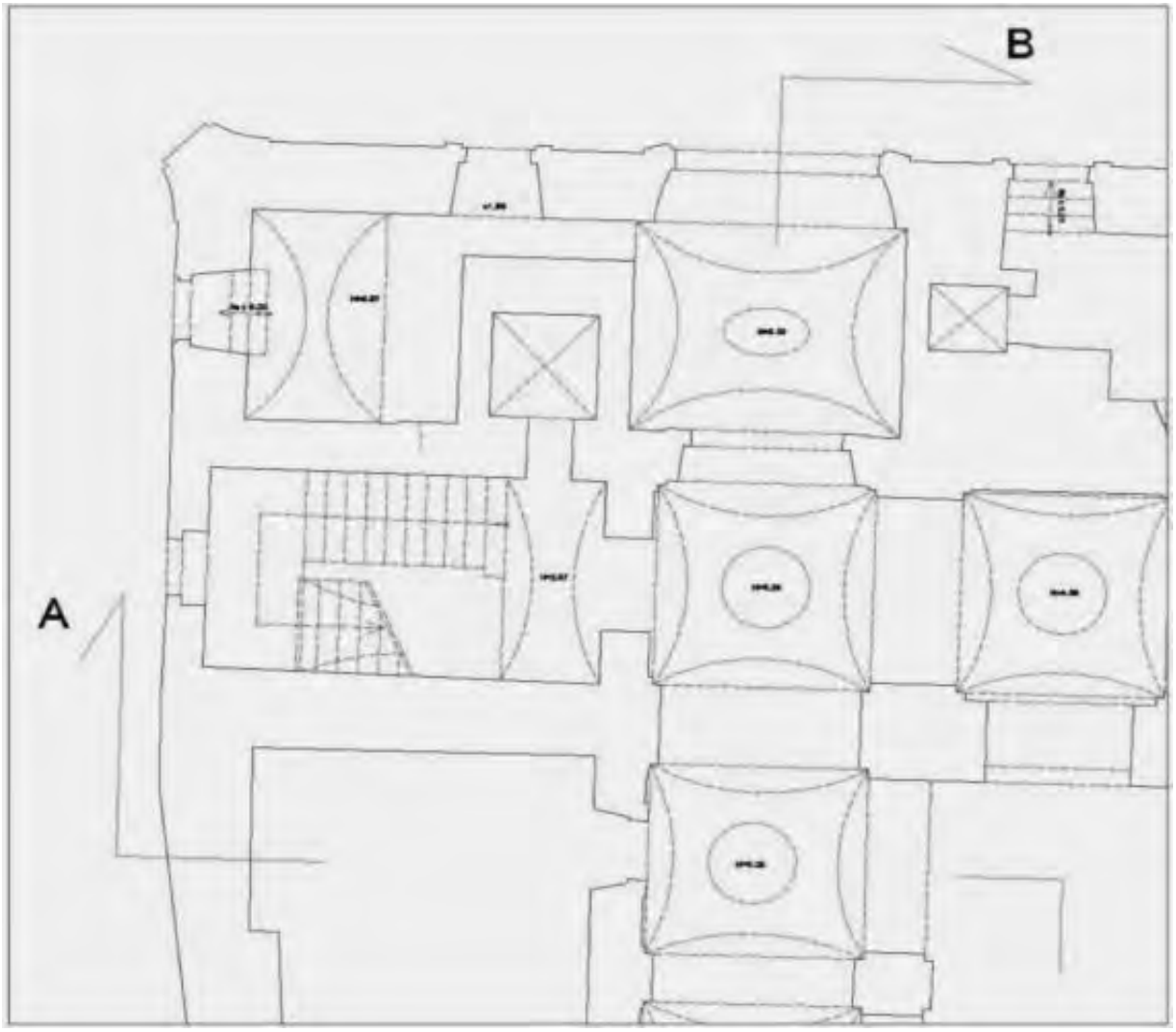


Fig. 7: Dettaglio planimetrico con indicazione delle altezze interne e della tessitura delle volte.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

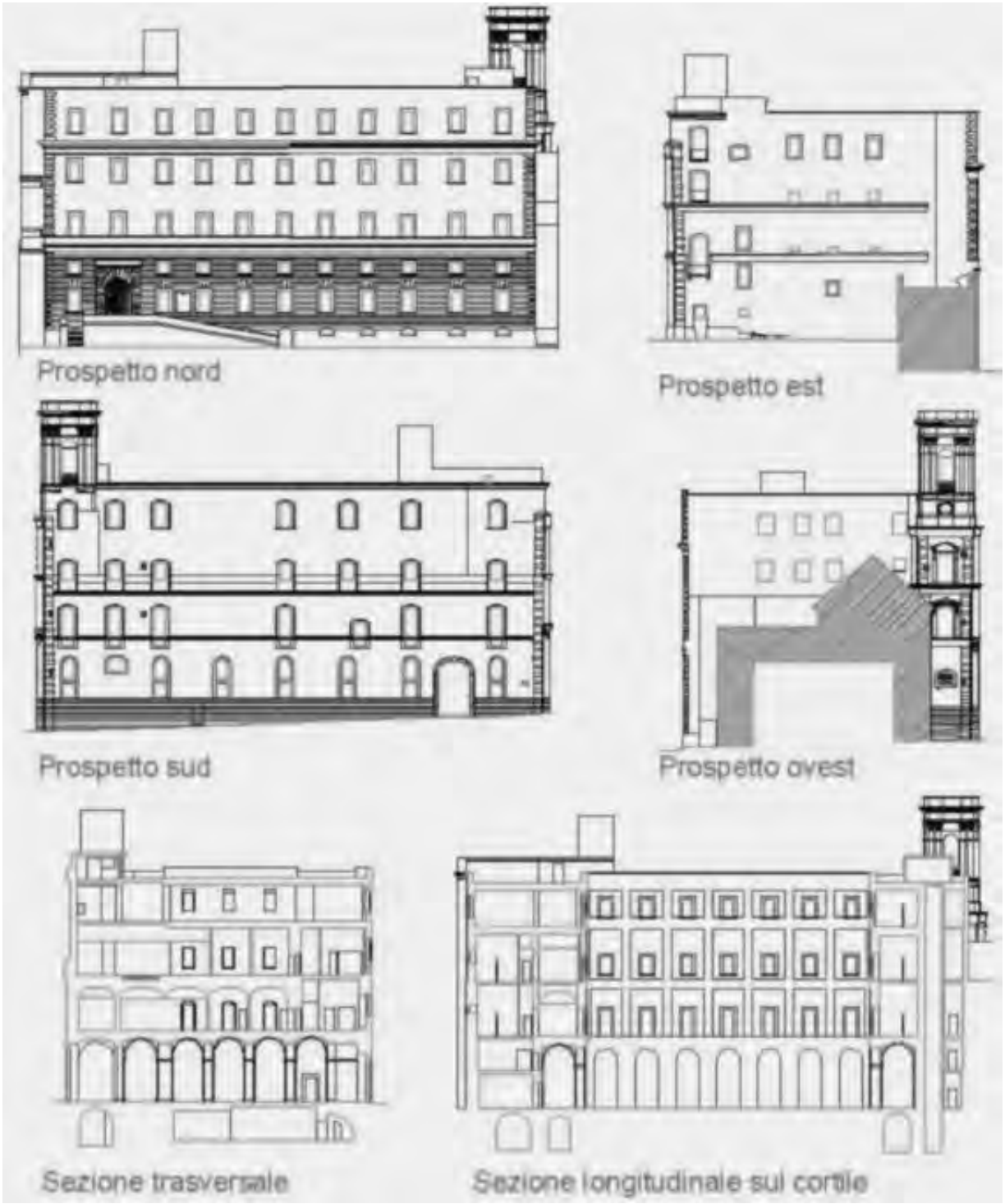


Fig. 8: Restituzioni fotogrammetriche dei prospetti esterni graficizzazione delle sezioni interne (originali in scala 1:50)

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Anche il numero dei piani evidenzia la successione di differenti fasi costruttive; agli originari tre livelli, seminterrato, terreno, primo, si sono aggiunti, in due fasi successive (sec. XVIII e XIX), un livello ammezzato ed un secondo piano, quindi, alcuni decenni orsono, l'ulteriore soprelevazione a terzo piano.
Lo sviluppo di un accurato rilievo metrico, supportato da una serie di saggi condotti nelle strutture verticali e nelle coperture, ha permesso di chiarire una serie di incognite nella letture delle membrature.
L'edificio è costituito prevalentemente da una struttura portante in muratura di tufo, su masso fondale continuo in muratura di tufo e pietra calcarea.
Nelle arcate del portico i pilastri dell'ala sud-est, a differenza degli altri, presentano sui fianchi e la faccia esterni, un rimpello in pietra.
A livello seminterrato gli ambienti sono coperti da volte a botte con unghie in corrispondenza delle finestre a lunetta, nell'ala nord-ovest, e aperture a "bocca di lupo" nelle ali sud-est e sud-ovest.
Planimetricamente gli ambienti del seminterrato si sviluppano in corrispondenza di ogni ala, tranne che in quella a sud-est, nella zona corrispondente al portico, dove, come nel chiostro, sono presenti soltanto cisterne.
Di tali ambienti non risultano completamente accessibili quelli nelle ali nord-est e sud-ovest, dove gli accessi sono occlusi da detriti e macerie di fabbrica, probabilmente lì depositati nel corso degli ultimi lavori di modifica.
Il sistema strutturale del portico si differenzia dal sistema degli ambienti ai livelli terra e ammezzato; il primo è composto da murature e pilastri in tufo dove si impostano volte a vela ribassata con calotta centrale appiattita, il secondo, al piano terra, in alcuni ambienti dell'ala sud-est (adiacente la chiesa dell'ex ConventoS, Chiara) e dell'ala nord-est (prospiciente il complesso di S. Francesco alla Scarpa), presenta coperture a padiglione in tufo e solai in laterocemento, realizzati in epoca recente quale nuovo impalcato a livello ammezzato; a tale livello la copertura è a botte in gran parte degli ambienti, tranne nell'ex cappella, nell'ala nord-est, e nell'ambiente con montacarichi, nell'ala sud-ovest, entrambi coperti da solai in laterocemento.
Al primo piano, nell'ala adiacente la chiesa dell'ex Convento (S.Chiara), s'innesta un'intelaiatura in c.a., con pilastri allineati sulla verticale della sottostante muratura d'ambito dei piani ammezzato e terra; tale struttura si eleva anche al secondo e terzo piano, ed è affiancata da un corpo scale anch'esso in c.a.
Ancora a primo piano, l'intera ala nord-ovest è coperta da un'unica botte unghiata, mentre l'ala sud-est presenta coperture con volte a padiglione negli ambienti che affacciano sul chiostro, e a botte nella parte prospiciente la strada; tale botte è tagliata in due zone da un solaio in late-

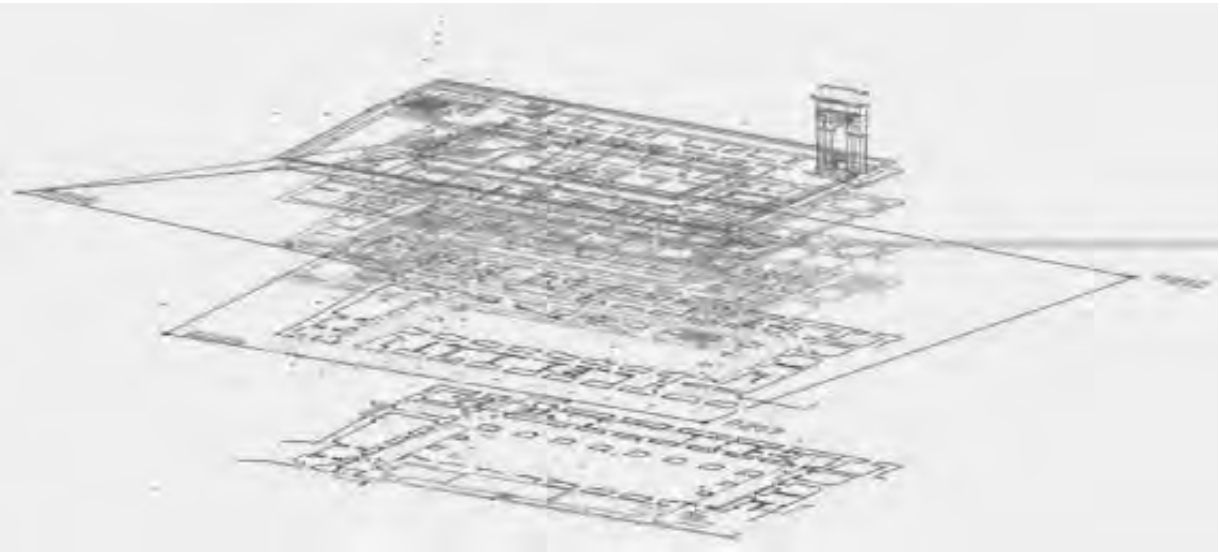


Fig. 9: Visione assonometrica delle planimetrie in un riferimento spaziale unitario.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

rocemento.
Il secondo livello presenta una copertura piana; con solai in putrelle e voltine in tufo, nella parte prospiciente la strada, nell'ala sud-est, e in laterocemento nelle altre ali.
Al terzo piano la copertura è costituita interamente da un sistema di travi piatte in c.a. e solai in laterocemento.

5.5.4 Rete di inquadramento.

Nel settore cartografico la costruzione di un data base geometrico avrebbe scarso valore se non fosse inquadrato in un riferimento assoluto; al contrario nel rilievo architettonico spesso l'orientamento di un complesso edilizio, anche di grandi dimensioni, non viene riferito in un sistema esterno e a volte non viene neppure inserito in un sistema locale.
Tale metodologia, apparentemente semplificativa, può essere applicata per il rilievo di una sola planimetria o di un prospetto che non abbia riferimento, richiesto, con le altre parti architettoniche *(Figg. 11 e 12).*
Nel caso in esame la progettazione, la materializzazione e l'esecuzione di una rete di inquadramento è stata la condizione iniziale di orientamento di tutte le geometrie plano-altimetriche successivamente acquisite; in particolar modo le seguenti condizioni, poste dal progettista, hanno reso necessaria tale esecuzione (*Fig 13).*
Sovrapponibilità altimetrica di tutte le planimetrie per la verifica strutturale, l'analisi dei carichi, la progettazione dei collegamenti verticali e degli impianti;
Univoco orientamento delle planimetrie interne (sezioni ad un metro dal calpestio) e le sezioni corrispondenti sul paramento murario esterno (valutazione degli spessori delle murature portanti esterne e delle riseghe);
Composizione delle sezioni verticali referenziate altimetricamente, valutazione degli spessori degli orizzontamenti in struttura muraria ed in c.a;
Valutazione delle quote altimetriche al finito (precedente-

Fig. 10: Rete di inquadramento plano-altimetrica con riferimento all'edificato esterno.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

mente alla demolizione dei pavimenti) e al rustico dopo le demolizioni per la riprogettazione dei livelli altimetrici di distribuzione e collegamento verticale;
Costruzione di un modello tridimensionale a fil di ferro con l'impiego dei rilievi degli interni e del rilievo fotogrammetrico dei prospetti esterni.
La realizzazione della rete di inquadramento ha seguito gli usuali canoni operativi delle micro-reti topografiche con l'impiego di una poligonale chiusa, con alcuni rami secondari aperti; il collegamento fra i vari piani è stato assicurato con livellazioni trigonometriche eseguite nel cortile interno. Le strumentazioni usate sono state essenzialmente una Stazione Totale ai 5cc con gli accessori di rito costituiti da tre cavalletti topografici con tribach standard, un normale prisma montato su palina estensibile, un secondo montato su basetta di poligonazione ed un miniprisma per le misure di dettaglio di elementi architettonici in interni ed esterni.
La materializzazione dei vertici di poligonale è stata eseguita con chiodi infissi a testa semisferica e riferimento planimetrico materializzato da un foro; in due casi la stazione è stata materializzata sul rivestimento in pietra con un foro di piccolo diametro ed una segnalizzazione in vernice indelebile.
La materializzazione dei vertici è in tali casi assolutamente necessaria, in particolar modo per la necessità frequente di dover riposizionare le stazioni plano-altimetriche, ed è opportuno valutare preventivamente che le operazioni di cantiere non interessino le zone prescelte o che sia possibile una rapida e precisa ricostruzione planimetrica del vertice.

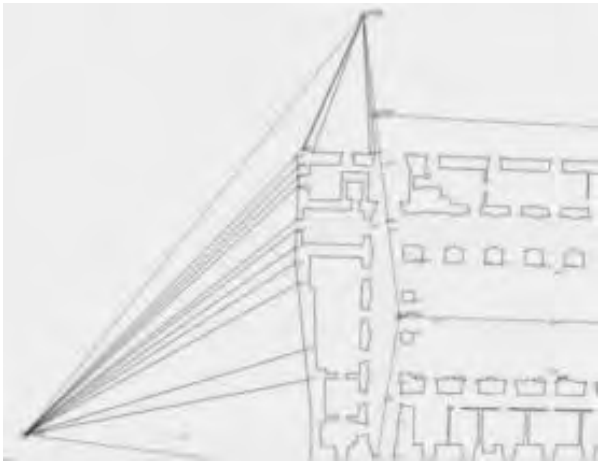


Fig. 11: Schema topografico adoperato per il rilievo della sezione orizzontale esterna.

5.5.5 Rilievo degli interni.

Le necessità progettuali degli interni hanno imposto schemi topografici rigidi e dotati, ove possibile, di misure ridondanti per controlli e compensazioni. La tolleranza è stata valutata entro i 2 cm per la necessità di dover progettare arredi da ufficio da inserire in spazi modulari. Le dorsali da cui eseguire il rilievo di dettaglio sono state sette poligonali chiuse completate dal livello seminterrato al livello delle coperture con rilievo di dettaglio, eseguito con il miniprisma, dei principali elementi architettonici dei vani in cui si operava.
Le misure eseguite per il vero e proprio dettaglio delle planimetrie sono state portate a termine con un distanziometro laser del tipo palmare. Con tale strumento sono state eseguite alcune migliaia di misure e, a lavori conclusi, ci sembra che tali categorie di strumenti siano da considerare indispensabili per un lavoro di qualità negli interni. La capacità di poter collimare con attendibilità spigoli concavi e convessi è stata basilare in particolare modo nei primi giorni in cui nei locali risultavano ammassati arredi di ogni genere con la logica conseguenza di una scarsa (a volte nulla) accessibilità nei locali.
Un distanziometro laser, in particolar modo del tipo palmare, è infine insostituibile nella costruzione di sezioni verticali anche in presenza di volte in muratura; in tali casi

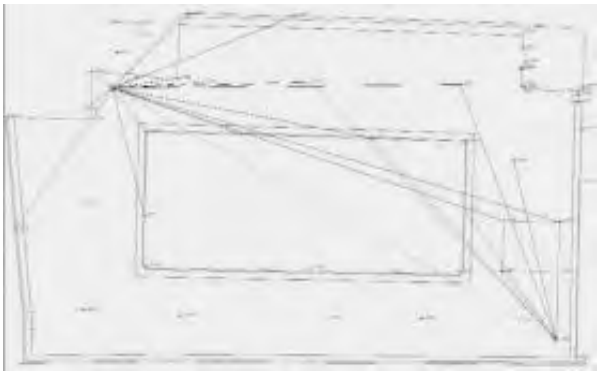


Fig. 12: Inquadramento topografico di dettaglio del livello delle coperture.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

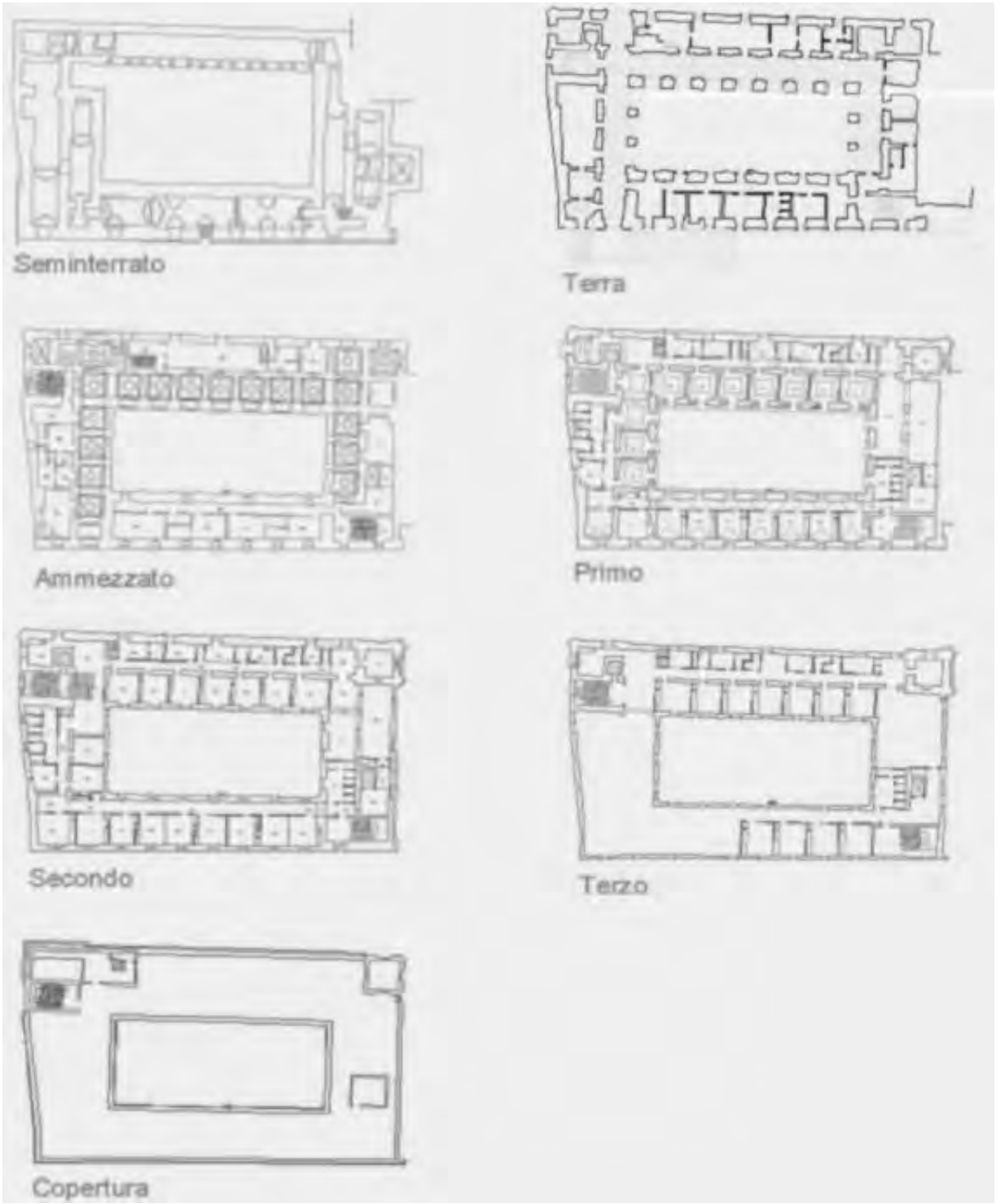


Fig. 13: Restituzioni planimetriche numeriche dopo i lavori di demolizione interni (originali in scala 1:50).

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

è indispensabile costruire sul calpestio un allineamento, dotato di riferimenti planimetrici, ed usare una livella per la verticalizzazione del raggio laser. La precisione delle operazioni è in ogni caso attendibile per rilievi architettonici ma appare indispensabile una poligonale che inquadri topograficamente i vertici di dettaglio da cui eseguire le misure distanziometriche.
Le fasi di rilievo negli interni sono state forzatamente organizzate in due lotti di lavoro:
Il primo lotto è stato completato nei tempi immediatamente successivi alla consegna del manufatto da parte della Provincia di Bari che lo utilizzava come Casa Rifugio per i profughi. All'epoca i locali risultavano occupati da tutti gli arredi adoperati e pertanto la percorribilità degli spazi ha comportato notevoli difficoltà anche nella ricerca di visuali libere per le misure angolari e distanziometriche; la situazione di fatto comprendeva numerose strutture murarie ed anche alcuni orizzontamenti di cui nel progetto esecutivo si sarebbe previsto l'abbattimento. La necessità del progettista era quella di una conoscenza geometrica accurata delle volumetrie.

5.5.6 CONCLUSIONI.

L'esperienza condotta ci consente, in riferimento alla complessità della struttura analizzata, di formulare alcune considerazioni conclusive che possano essere di guida per gli esecutori ma specialmente per i committenti di simili rilievi.
Bisogna innazitutto sottolineare che la conoscenza di tutte le tecniche di rilievo, sia topografiche che fotogrammetriche, permette di integrare correttamente le varie metodologie finalizzando ogni sistema di analisi alla velocità, all'economia ed alle tolleranze ottimali.
Il sistema di inquadramento deve essere rigorosamente unico e, quindi, l'impiego di una rigida rete topografica correttamente appoggiata e materializzata risulta un telaio indispensabile prima di proseguire nelle analisi di dettaglio.
Le metodologie fotogrammetriche di analisi dei prospetti esterni ed interni possono anch'esse essere integrate e finalizzate alle situazioni locali in cui può essere necessa-

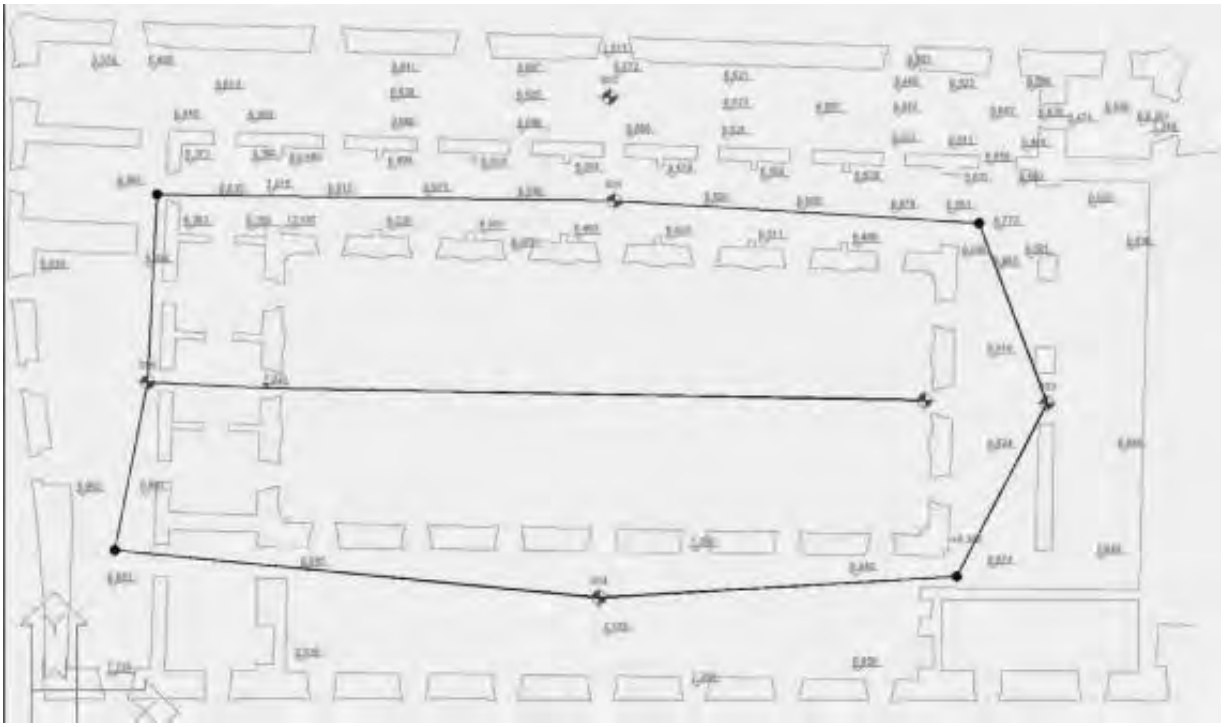


Fig. 14: Rete di livellazione geometrica interna con collegamento trigonometrico al caposaldo di riferimento.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

rio un semplice mosaico di fotoraddrizzamenti digitali o il ricorso alle classiche operazioni di ripresa-appoggio-restituzione di coppie stereoscopiche. In tale settore l'uso di sistemi digitali, in restituzione, garantisce una maggiore elasticità negli schemi di ripresa.

Riteniamo a tale proposito che l'uso delle riprese con camere digitali, tarate o non-metriche, non sia ancora maturo per una scala dei fotogrammi medio-piccola e che pertanto l'uso di camere metriche a pellicola può ancora garantire, con tecnologie ibride di ripresa chimica-digitale, la migliore qualità fotografica.

Il rilievo delle sezioni architettoniche comporta ancora una onerosità, nell'acquisizione dei punti, notevole e pertanto va limitato solo su alcuni piani di notevole importanza strutturale. Per tali applicazioni siamo convinti che la metodologia del Laser Scanning, correttamente inquadrata altimetricamente, possa offrire una soluzione di una straordinaria efficacia ed economia in particolar modo in presenza di architetture e volumetrie complesse.

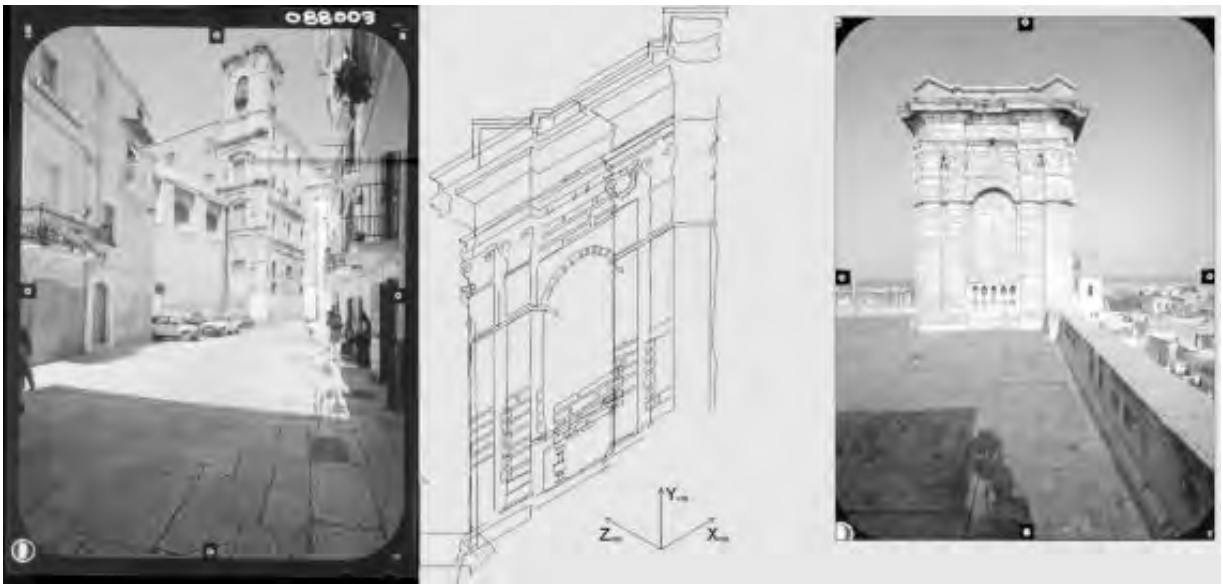


Fig. 15: Riprese fotogrammetriche del campanile con dettaglio assonometrico della restituzione dell'ultimo ordine.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

5.6 Un approccio metodologico per l'implementazione di scelte "sostenibili" nel restauro dell' edilizia storica[2].

5.6.1 La definizione di sostenibilità nel restauro dell'edilizia storica.

Il tema della sostenibilità ambientale dello sviluppo economico e sociale dell'uomo, oggetto, a partire dagli anni '70, di dichiarazioni di intenti, atti congressuali e documenti programmatici di carattere internazionale, muove dalla contrapposizione dialettica fra la necessità di conservazione dell'ambiente naturale e umano e la capacità di trasformazione che su di esso esercitano il progresso e l'evoluzione della società.
I contenuti di tale confronto trovano nel processo di produzione edilizia uno specifico ambito di definizione complesso ed articolato, che la ricerca scientifica e il dibattito culturale hanno indagato nei presupposti teorici e nei riscontri operativi.
Il risultato è un insieme codificato di principi e criteri, che definiscono la qualità ambientale del processo edilizio, la cui applicazione ha condotto a sperimentare tecniche e metodi di progettazione indirizzati all'edilizia di nuova realizzazione.
L'obiettivo della ricerca, oggetto del lavoro di tesi, di cui si propone qui un estratto, ha riguardato, invece, la definizione e l'analisi degli aspetti che individuano il ruolo specifico del recupero del patrimonio edilizio esistente in relazione a queste tematiche generali.
A tal fine, sono stati individuati i legami di continuità e le relazioni di incongruenza fra i principi di sostenibilità ambientale in edilizia e le fasi metodologiche del processo di conservazione e recupero degli edifici, con riferimento puntuale al progetto degli interventi di restauro.
La progettazione edilizia consegue obiettivi di sostenibilità se è indirizzata a:

- **Economia delle risorse**, intesa come *gestione razionale nel funzionamento dell'edificio* di:
  - **Energia**, attraverso la regolamentazione naturale dell'illuminazione, della ventilazione e della temperatura e il miglioramento dell'efficienza degli impianti energetici.
  - **Materiali**, attraverso l'uso di prodotti naturali, locali, disponibili, rinnovabili, durevoli, manutenibili, riciclabili, caratterizzati, lungo tutte le fasi del loro ciclo di vita, da una bassa emissività inquinante e da un basso consumo energetico.
  - **Acqua**, attraverso il controllo delle dispersioni e della qualità dell' acqua potabile e l'uso di acqua non potabile per usi compatibili.
- **Progetto del ciclo di vita dell'edificio (o Life Cycle Design)**, inteso come *previsione, pianificazione, controllo e limitazione delle risorse sottratte e dei prodotti immessi* nell'ambiente lungo le fasi di tutto il ciclo di vita dell'edificio:
  - **Organizzazione del cantiere**.
  - **Produzione di materiali e componenti** *(estrazione, manifattura, trasporto)*.
  - **Costruzione e vita utile** *(esecuzione, controllo, gestione e manutenzione)*.
  - **Demolizione o recupero** *(riciclo, riuso, gestione rifiuti)*.
- **Progetto del benessere dell'uomo (o Human Design)**, inteso come implementazione di scelte progettuali volte al soddisfacimento di esigenze di:
  - **Benessere ambientale**
  - **Sicurezza**
  - **Fruibilità**
  - **Qualità architettonica**
- **Riqualificazione dell'ambiente naturale e costruito**, intesa come intervento di *conservazione e tutela del patrimonio ambientale esistente*, attraverso:
  - **Riqualificazione paesaggistico - territoriale**.
  - **Controllo e riqualificazione dell'architettura urbana**.
  - **Recupero e conservazione dell'edilizia esistente**.

Prima di analizzare i legami puntuali con le fasi del processo di recupero edilizio, occorre rilevare come il processo stesso costituisca riferimento diretto ed esplicito nella

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

codificazione dei requisiti di qualità ambientale in edilizia, in relazione al **progetto del ciclo di vita**, come alternativa alla dismissione e all'abbandono, e in relazione alla **riqualificazione dell'ambiente naturale e costruito**, come applicazione specifica dell'intervento di conservazione e tutela del paesaggio.
Secondo questa esemplificazione, il patrimonio storico ed architettonico rappresenta sia un bene fisico ed economico, il cui reinserimento nel sistema produttivo consente una gestione oculata delle risorse, rispetto alla pianificazione di nuovi insediamenti, sia una componente dell'ambiente, intesa come risultante dell'interazione dell'uomo con la natura, la cui continuità temporale e valorizzazione contribuisce alla salvaguardia dei caratteri originari del paesaggio, al pari della tutela degli ecosistemi biologici.
Se si entra nel merito delle fasi del processo, la complessità delle relazioni esistenti trova nel progetto degli interventi di restauro conservativo un nodo particolarmente interessante e problematico.
In primo luogo, il progetto degli interventi è finalizzato al conseguimento del benessere e del comfort dell'uomo e, come tale, interpreta in modo intrinseco e costitutivo le prerogative dello **Human Design**.
Il consolidamento statico ha come obiettivo prioritario la garanzia di stabilità delle strutture, ma produce effetti secondari sulla qualità estetica e sull'aspetto dell'architettura, sull'idea di sicurezza e protezione percepita istintivamente dall'uomo.
Allo stesso modo, il risanamento igienico, che pure mira principalmente al miglioramento della qualità dell'aria e del benessere termoigrometrico, interviene sulle superfici anche per eliminare gli effetti di deterioramento formale indotto dalla presenza di quadri umidi.
In secondo luogo, il progetto degli interventi costituisce un processo edilizio finito, per cui può essere oggetto e applicazione lungo tutto il suo ciclo di vita della tecnica del **Life Cycle Design**, attraverso il controllo delle risorse consumate e delle emissioni prodotte.
Infine, definisce un settore della progettazione, caratterizzato dall'uso di prodotti fortemente contestabili sotto il profilo della compatibilità ambientale e difficilmente assimilabili ai presupposti dell'**Economia delle risorse**.
Infatti, dagli studi sulle caratteristiche ecologiche dei materiali da costruzione, emerge che fra i prodotti a forte impatto ambientale ricorrono proprio i cementi normali e additivati, l'acciaio, le vernici, i sigillanti, gli adesivi, le resine, le fibre che vengono utilizzati per intervenire sulle cause e sulle manifestazioni di quadri umidi e fessurativi, di forme di degrado costitutivo dei materiali e degli elementi.
La definizione di sostenibilità degli interventi di restauro scaturisce dall'insieme delle considerazioni esposte, per cui agli aspetti ambientali in senso tradizionale, definiti dalla relazioni con il progetto del ciclo di vita, il progetto del benessere dell'uomo e l'economia delle risorse, si uniscono aspetti tecnico-economici, metodologici e prestazionali ,specifici e peculiari del processo di recupero, considerato esso stesso un'applicazione di principi di sostenibilità ambientale.

5.6.2 La formulazione di un approccio metodologico.

5.6.2.1 Indicazione delle fasi.

La complessità e contraddittorietà di questi elementi impone la necessità di definire degli strumenti di supporto alla progettazione che consentano di analizzare e valutare la sostenibilità degli interventi, in considerazione di tutte le componenti che la definiscono.
Sulla base di questi presupposti, la definizione delle fasi *(schema 1)* e dei parametri di un approccio metodologico per la scelta di interventi "sostenibili" viene costruita come sintesi e interazione di due iter decisionali distinti e definiti, finalizzati rispettivamente alla scelta tradizionale di un intervento di restauro conservativo e alla valutazione di compatibilità ambientale di un processo edilizio, con riferimento alle indicazioni sperimentate e divulgate sulla certificazione di ecocompatibilità dei prodotti.
La metodologia tradizionale di scelta di un intervento di restauro si articola in tre momenti fondamentali:

- **Individuazione delle alternative di intervento.**
- **Caratterizzazione dei materiali e delle tecniche esecutive relativi a ciascuna alternativa.**
- **Scelta della soluzione di intervento.**

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

In parallelo, la valutazione di compatibilità ambientale di un processo edilizio, in analogia alla certificazione ambientale di un prodotto, consta di due fasi operative:

- **Verifica dei requisiti essenziali.**
- **Valutazione di ecocompatibilità.**

La verifica dei requisiti essenziali corrisponde concettualmente alla individuazione delle alternative di intervento, essendo entrambi momenti di controllo preliminare in cui si riscontra la rispondenza dell'oggetto di valutazione, sia esso un intervento di restauro o un prodotto, ad una serie di parametri prestazionali fondamentali.
La valutazione di ecocompatibilità si innesta teoricamente nella scelta dell'intervento ampliandone le implicazioni e i presupposti.
La risultante di sintesi è un procedimento che segue un iter di:

- **Verifica di conformità a requisiti essenziali delle possibili alternative di intervento.**
- **Caratterizzazione dei materiali e delle tecniche esecutive relativi a ciascuna alternativa conforme.**
- **Valutazione di sostenibilità e scelta dell'alternativa più sostenibile.**

Tale complementarietà si riflette non solo nelle fasi, ma anche nei parametri che, ai vari livelli decisionali, vengono presi in considerazione e che, di seguito, analizziamo.

5.6.2.2 Definizione dei parametri.

La **verifica di conformità a requisiti essenziali delle possibili alternative di intervento** *(schema 2)* costituisce una fase preliminare all'analisi e alla valutazione di sostenibilità, finalizzata all'individuazione della soluzione tecnica da realizzare.
I parametri scelti per individuare le alternative conformi ad un livello prestazionale base si riferiscono alle disposizioni normative relative all'assegnazione di un marchio di qualità ecologica di un prodotto e alla pratica tecnica del restauro conservativo.
La fonte bibliografica di riferimento per la definizione del primo gruppo di indicatori è rappresentata dalla **Direttiva**

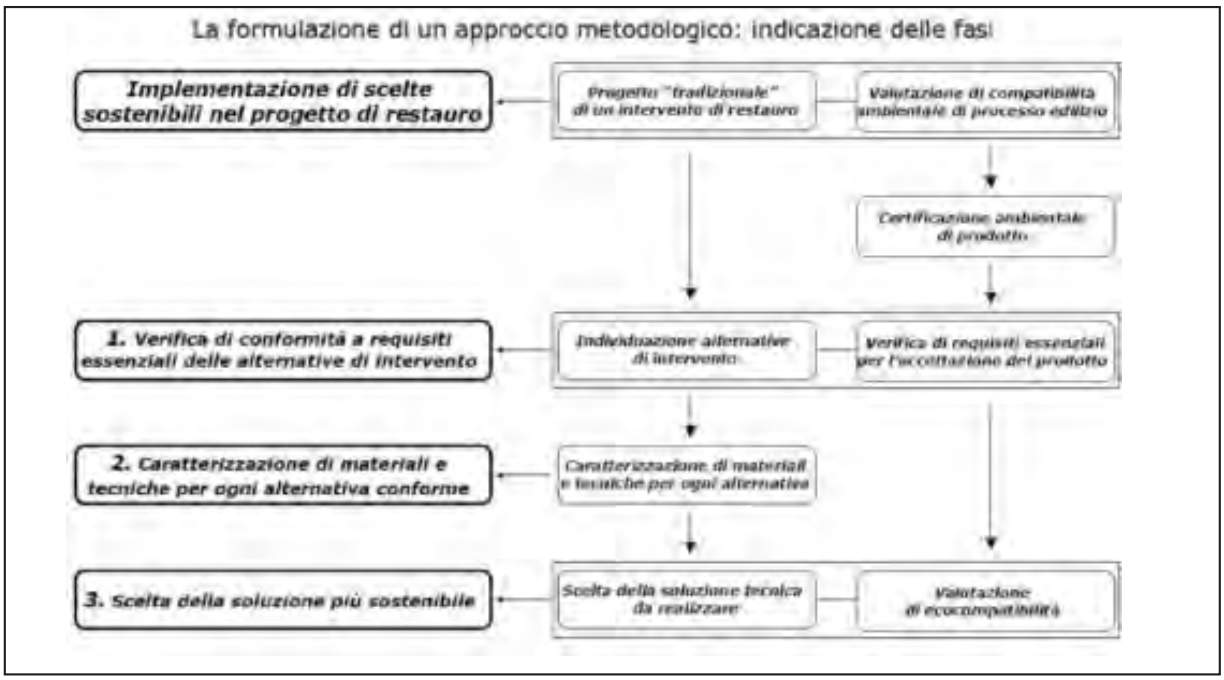

La formulazione di un approccio metodologico: indicazione delle fasi
Implementazione di scelte sostenibili nel progetto di restauro
Progetto "tradizionale" di un intervento di restauro
Valutazione di compatibilità ambientale di processo edilizio
Certificazione ambientale di prodotto
1. Verifica di conformità a requisiti essenziali delle alternative di intervento
Individuazione alternative di intervento
Verifica di requisiti essenziali per l'ecocertificazione del prodotto
2. Caratterizzazione di materiali e tecniche per ogni alternativa conforme
Caratterizzazione di materiali e tecniche per ogni alternativa
3. Scelta della soluzione più sostenibile
Scelta della soluzione tecnica da realizzare
Valutazione di ecocompatibilità

Fig. 16: Schema 1.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

CEE n.106/89 *relativa al riavvicinamento delle disposizioni legislative degli Stati Membri concernente i prodotti da costruzione*.
Nell' *Allegato I*, sono indicate le caratteristiche che un prodotto deve presentare "*fatta salva la regolare manutenzione*, [...] *per un periodo di tempo economicamente adeguato*" e in presenza di "*azioni prevedibili*":

- **Resistenza meccanica e stabilità**
- **Sicurezza in caso di incendio**
- **Igiene, salute e ambiente**
- **Fruizione di spazi ed attrezzature**

Sulla base di queste indicazioni, ogni intervento di restauro soggetto a valutazione di sostenibilità dovrà soddisfare a priori requisiti di:

- **Stabilità**, intesa come "*Insieme delle condizioni relative all'incolumità degli utenti, nonché alla difesa e alla prevenzione di danni dipendenti da sollecitazioni sulle strutture*"[3]
- **Sicurezza in caso di incendio**, intesa come "*Insieme delle condizioni relative all'incolumità degli utenti, nonché alla difesa e alla prevenzione di danni dipendenti dalla presenza di un incendio*"[4]
- **Benessere ambientale**, intesa come "*Insieme delle condizioni relative a stati del sistema edilizio adeguati alla vita, alla salute e allo svolgimento delle attività degli utenti*"[5].
- **Fruibilità**, intesa come "*Insieme delle condizioni relative all'attitudine del sistema edilizio ad essere adeguatamente usato dagli utenti nello svolgimento delle attività*"[6].

A questi parametri, se ne uniscono altri specifici del processo decisionale relativo ad un intervento di restauro:

- **Efficacia in relazione alla patologia.**
- **Realizzabilità in relazione allo stato dei luoghi.**

e, trattandosi di restauro di edifici monumentali,

- **Qualità architettonica**, intesa come "*Insieme delle condizioni relative alla fruizione percettiva del sistema edilizio da parte degli utenti*"[7].

La verifica di questi standard prestazionali costituirà la

La verifica dei requisiti fondamentali: definizione dei parametri
1. Verifica di conformità a requisiti essenziali delle alternative di intervento
Scelta della soluzione tecnica da realizzare
Verifica di requisiti essenziali per l'accettazione del prodotto
Riferimento normativo: "Direttiva n.106/89" - Allegato I
RE1. Efficacia in relazione al problema
RE2. Realizzabilità in relazione allo stato dei luoghi
RE3. Stabilità
RE4. Sicurezza in caso di incendio
RE5. Benessere ambientale
RE6. Fruibilità
RE7. Qualità architettonica

Fig. 17: Schema 2.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

condicio sine qua non per procedere alla valutazione di sostenibilità.

La **caratterizzazione dei materiali e delle tecniche esecutive relativi ad ogni alternativa conforme** ai requisiti essenziali costituisce una fase propedeutica alla valutazione di sostenibilità, in cui vengono raccolte le informazioni e i dati sulle proprietà e le caratteristiche dei materiali utilizzati e vengono descritte in dettaglio le modalità esecutive degli interventi.
L'approfondimento e la specificità con cui questa fase viene sviluppata sono indicativi della scientificità e della esattezza dell'analisi che ne segue.
Nel processo di recupero e conservazione, questo livello della progettazione non consente una flessibilità e una complessità decisionali, tali da incidere sulla compatibilità ambientale dell'intervento.
La ricerca scientifica sulle proprietà chimico-fisiche dei materiali e gli studi di sperimentazione aziendale sono proiettati solo in modo episodico ed isolato verso la individuazione di materiali e tecniche alternative di restauro a minore impatto ambientale.
La loro individuazione risulta, peraltro, limitata, allo stato attuale, dai risultati di un approccio teorico, a cui non corrisponde un'applicazione operativa nel caso della ricerca scientifica e dai dati di un'applicazione operativa, a cui non corrisponde una trasparenza di informazione sull'approccio teorico, nel caso della sperimentazione industriale.
Il progettista, in mancanza di validi supporti decisionali alla progettazione "sostenibile" dei materiali e delle tecniche specifici del restauro, può, comunque, avvalersi di tutte le conoscenze, ampiamente dibattute e divulgate, sui prodotti comuni alla realizzazione del nuovo e disporre tutte le misure cautelative di prevenzione e protezione dagli effetti di prodotti ad alto potenziale inquinante.
La valutazione di sostenibilità e scelta dell'alternativa più sostenibile *(schema 3)* considera come criteri di valutazione della correttezza di un intervento di restauro sono riconducibili a:

La valutazione di sostenibilità: definizione dei parametri
3. Scelta della soluzione più sostenibile
Scelta della soluzione da realizzare
Valutazione di ecocompatibilità
Riferimenti normativi: "Regolamento CEE n.880/1992 per l' assegnazione di un marchio di qualità ecologica" "Norme ISO 14040 – Analisi del ciclo di vita o LCA"
Conservazione elementi originari
Compatibilità materiali originari
Durabilità
Manutenibilità
Reversibilità
Costo
SG x_i
Parametri di sostenibilità globale
Parametri di sostenibilità ambientale attraverso il "Bilancio ambientale" del LCA

Fig. 18: Schema 3.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

- **conservazione di elementi originari;**
- **compatibilità con i materiali presenti;**
- **durabilità;**
- **manutenibilità;**
- **reversibilità;**
- **costo.**

Ad essi, per pervenire ad un giudizio completo di sostenibilità dell'intervento, devono essere uniti i parametri di valutazione ambientale, che, in analogia a quanto disposto per la certificazione di prodotto, sono desunti dalla costruzione del **LCA** o **Analisi del Ciclo di Vita**.
Un riferimento significativo è rappresentato dalle **norme ISO 14000**, a cura del Comitato Tecnico 207 degli Enti di Normazione, redatte con l'obiettivo di fornire alle imprese degli standard ambientali di organizzazione, produzione e gestione.
In particolare, la **norma ISO 14040** approfondisce le finalità e le modalità operative del **Life Cycle Assistement**.
La sua definizione compiuta risale agli anni '90, quando durante il Congresso della Setac[8], tenutosi a Vermout in Canada, viene esplicitato come "*processo che permette di valutare gli impatti ambientali associati ad un prodotto, processo o attività, attraverso l'identificazione e la quantificazione dei consumi di materia ed energia e delle emissioni nell'ambiente e l'identificazione e la valutazione delle opportunità per diminuire questi impatti. L'analisi riguarda l'intero ciclo di vita del prodotto ("dalla culla alla tomba"): dall'estrazione e lavorazione delle materie prime, alla produzione trasporto e distribuzione del prodotto, al suo uso, riuso e manutenzione, fino al riciclo e alla collocazione finale del prodotto dopo l'uso*."
Queste linee guida sono definite anche dalla **Direttiva CEE n. 880/1992** *concernente un sistema comunitario di assegnazione di un marchio di qualità ecologica*. All'*Allegato I*, infatti, fornisce un modello indicativo di valutazione della compatibilità ambientale di un prodotto, in cui considera l'incidenza di una serie di ***indicatori***, *quali quantità dei rifiuti, inquinamento e degradamento del suolo, contaminazione delle acque, contaminazione dell'atmosfera, rumori, consumo di energia, consumo di risorse naturali, effetti sugli ecosistemi nelle **fasi** di preproduzione, produzione, distribuzione, utilizzazione, smaltimento*.

Sulla base di queste indicazioni, è possibile scomporre il ciclo di vita di un intervento di restauro in tutte le sue fasi, computando per ognuna gli apporti materici ed energetici e le emissioni inquinanti.
In particolare, si riconduce lo studio a quattro momenti significativi:

- **Produzione fuori opera dei materiali e delle opere provvisionali (estrazione, manifattura, trasporto)**
  - *Consumo di materie prime non rinnovabili*
  - *Consumo di materie prime rinnovabili*
  - *Consumo totale di materie prime*
  - *Consumo di materie prime in esaurimento*
  - *Uso di materiali riciclati*
  - *Consumo di energia rinnovabile*
  - *Consumo di energia non rinnovabile*
  - *Consumo totale di energia*
  - *Energia recuperata al termine del processo*
  - *Consumo energetico per il trasporto*
  - *Consumo di acqua*
  - *Rilasci in acqua*
  - *Emissioni in aria*
  - *Produzione di rifiuti*
  - *Rischi di tossicità per gli operatori*

- **Esecuzione della lavorazione**
  - *Consumo di materiali per opere provvisionali*
  - *Consumo di materiali per la lavorazione*
  - *Consumo di energia per la demolizione*
  - *Consumo di energia per l'esecuzione*
  - *Emissioni in aria*
  - *Produzione di rifiuti*
  - *Rischi di tossicità per gli operatori*
  - *Recupero di opere provvisionali*

- **Uso e manutenzione**
  - *Durabilità dei materiali*
  - *Durabilità dell'intervento*
  - *Consumo di materiali per la manutenzione*
  - *Consumo di energia per la manutenzione*
  - *Emissioni in aria durante l'uso*
  - *Rischi di tossicità per gli utenti*

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

- **Dismissione, riuso, riciclo**
  - *Consumo energetico per la rimozione*
  - *Contenuto di materiale riciclabile*
  - *Consumo energetico per il riciclo*
  - *Guadagno energetico attraverso il riciclo*
  - *Rilasci in acqua durante il riciclo*
  - *Emissioni in aria durante il riciclo*
  - *Produzione di rifiuti durante il riciclo*
  - *Rischi di tossicità durante il riciclo*
  - *Contenuto di parti o componenti recupera- bili*
  - *Consumo energetico per il recupero*
  - *Contenuto materiale da dimettere*
  - *Consumo energetico per la dismissione*
  - *Emissioni in aria durante la dismissione*
  - *Rischi di tossicità per gli operatori durante l a dismissione*

La complessità e varietà delle componenti di sistema che individuano il ciclo di vita di un prodotto, di un servizio o di un'attività sono state riconosciute dal legislatore come limitanti l'applicazione e l'incisività del metodo e hanno portato alla definizione di procedure di **Life Cycle Assestement "semplificato"**.
In particolare, nel caso di specificità e limitatezza dei dati a disposizione o di diversa incidenza sulla valutazione ambientale delle fasi e degli indicatori, la norma prevede che il progettista possa avvalersi di un'analisi "**selettiva**" e "**qualitativa**", volta a prendere in esame e a computare nella valutazione solo i punti più significativi del bilancio ambientale e a considerarli non necessariamente come parametri quantificabili, ma anche come criteri di giudizio.
Questa impostazione del Life Cycle conduce all'individuazione di quattordici parametri:

- **Produzione fuori opera dei materiali e delle opere provvisionali (estrazione, manifattura, trasporto)**
  - *Consumo totale di materie prime*
  - *Consumo totale di energia*
  - *Inquinamento ambientale*

- **Esecuzione della lavorazione**
  - *Consumo di materiali per la lavorazione*
  - *Consumo di energia per la demolizione*
  - *Consumo di energia per l'esecuzione*
  - *Inquinamento ambientale*

- **Uso e manutenzione**
  - *Durabilità dei materiali*
  - *Durabilità dell'intervento*
  - *Manutenibilità*
  - *Inquinamento ambientale*

- **Dismissione, riuso, riciclo**
  - *Reversibilità*
  - *Riciclabilità*
  - *Recuperabilità*

Questi parametri ambientali vanno confrontati con quelli caratteristici del progetto di restauro.
L'integrazione si riconduce all'inclusione degli indicatori di **conservazione degli elementi originari, compatibilità dei materiali e costo**, essendo già contemplati reversibilità, durabilità e manutenibilità.

La valutazione considera, quindi, cinque categorie sintetiche di parametri:
- **sostenibilità ambientale dei materiali utilizzati;**
- **sostenibilità ambientale della lavorazione;**
- **convenienza economica;**
- **rispetto dei principi del restauro conservativo;**
- **affidabilità prestazionale nel tempo;**

Nel caso delle prime due categorie di valutazione, la sostenibilità ambientale dei materiali e della lavorazione, il riferimento è alla definizione dei flussi di energia e materia in ingresso e alle emissioni in uscita, attraverso tutte le fasi di vita dell'intervento.
In particolare, ci si è riferiti in modo prioritario ai materiali per le fasi di produzione e vita utile, alla lavorazione per la fase di esecuzione.
La fase di dismissione è stata considerata sia in relazione alla natura del materiale, sia alle modalità di posa in opera all'interno dell'elemento costruttivo.
La **sostenibilità ambientale dei materiali** è definita da:
- Consumo di materia prima, **che valuta la quantità percentuale e la disponibilità locale di materia prima naturale e di materiali riciclati nel prodotto all'inizio del ciclo di produzione**;

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

- Consumo energetico in fase di produzione, **che valuta la natura, la quantità e la disponibilità dell'energia utilizzata nel processo di produzione**;
- **Inquinamento ambientale in fase di produzione**, che valuta gli effetti del processo di produzione, in termini di contaminazione dell'atmosfera, delle acque e del suolo, di esposizione al rumore e di rischi di tossicità e incidenti per gli operatori;
- **Durabilità**, che valuta la capacità di mantenere sensibilmente invariata nel tempo la propria qualità e il proprio rendimento nel funzionamento in condizioni d'uso determinate[9];
- **Inquinamento ambientale in opera**, che valuta l'impatto del prodotto durante la sua vita utile, in termini di contaminazione dell'atmosfera, delle acque e del suolo, di esposizione al rumore e di rischi di tossicità e incidenti per gli utenti;
- **Riciclabilità**, che valuta l'attitudine all'utilizzazione di materiali dopo la demolizione o rimozione[10].

La **sostenibilità ambientale della lavorazione** è definita da:

- C**onsumo di materiali**, che valuta la quantità e la varietà di materiali utilizzati;
- Consumo energetico in fase di demolizione, **che valuta la natura, la quantità e la disponibilità dell'energia utilizzata nel processo di demolizione**;
- Consumo energetico in fase di esecuzione, **che valuta la natura, la quantità e la disponibilità dell'energia utilizzata nel processo di esecuzione**;
- **Inquinamento in fase di esecuzione**, che valuta gli effetti del processo di esecuzione, in termini di contaminazione dell'atmosfera, delle acque e del suolo, di esposizione al rumore e di rischi di tossicità e incidenti per gli operatori;
- **Recuperabilità**, che valuta l'attitudine all'utilizzazione di elementi tecnici dopo la demolizione o rimozione[11].

La **convenienza tecnica ed economica** è definita solo dal:

- **Costo di esecuzione**, che valuta il consumo di risorse economiche, in termini di operatori, mezzi di lavoro, tempo e denaro.

La **correttezza metodologica del processo di recupero e conservazione** è definita da:

- **Conservazione degli elementi originari**, che valuta la capacità "*di rispettare l'opera storica ed artistica del passato, senza prescrivere lo stile di alcuna epoca*", *considerando, quindi, "le ragioni storiche che non vogliono cancellata nessuna delle fasi attraverso cui si è composto il monumento" e "il concetto architettonico che intende riportare il monumento ad una funzione d'arte*"[12];
- **Compatibilità con i materiali originari**, che valuta la capacità degli "*elementi destinati a sostituire le parti mancanti*" *ad "integrarsi armoniosamente nell'insieme, distinguendosi tuttavia dalle parti originali*"[13].

L'**affidabilità prestazionale** è data da:

- **Manutenibilità**, che valuta la possibilità di conformità a condizioni prestabilite entro un dato periodo di tempo in cui è compiuta l'azione di manutenzione[14];
- **Durabilità**, che valuta la capacità di mantenere sensibilmente invariata nel tempo la propria qualità e il proprio rendimento nel funzionamento in condizioni d'uso determinate[15];
- **Reversibilità**, che valuta la possibilità che "*ogni intervento sull'opera o anche in contiguità dell'opera [...] debba essere eseguito in modo tale e con tali tecniche e materie da poter dare affidamento che nel futuro non renderà impossibile un nuovo eventuale intervento di salvaguardia o di restauro*"[16].

I dati disponibili al momento della ricerca consentono una valutazione quantitativa solo per i parametri della categoria "**Sostenibilità ambientale dei materiali**", desunti da tabelle, riportate in letteratura tecnica e riconducibili ad un punteggio variabile da 1 a 5. Per tutte le altre categorie, è possibile esprimere un giudizio qualitativo, in termini di ordine di preferenza fra le varie alternative di intervento, tramite l'acquisizione di parere esperto.

5.6.2.3 Descrizione del criterio di valutazione.

La compresenza di dati numerici e di indicazioni qualitative ha indotto ad utilizzare come criterio di valutazione un metodo di analisi multicriteri specifico, denominato **AHP, Analytic Hierarchy Process**, utilizzato dal software **Expert Choise 2000**.

L' Analisi Multicriteri è un procedimento analitico di valutazione di alternative ad un problema, in presenza di crite-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ri differenti valutabili con giudizi di valore espressi con grandezze cardinali, ma anche per semplici priorità.
I presupposti di base dell' AHP sono riconducibili alle seguenti considerazioni *(schema 4)*:

1. La decisione può essere strutturata secondo una gerarchia, al cui vertice si trova il giudizio sintetico finale, detto "Goal", nel nostro caso la sostenibilità globale dell'intervento, al secondo posto le categorie di parametri, al terzo posto i parametri, al quarto le alternative analizzate.
2. Il progettista definisce i valori w, che rappresentano i pesi che misurano l'importanza relativa dei criteri rispetto al goal.Il progettista definisce i valori y, che rappresentano i pesi che misurano l'importanza relativa dei sottocriteri rispetto ai criteri.
4. Si assegnano alle alternative dei punteggi o degli ordini di preferenza.
5. Il metodo interpreta xij come il peso di Ai rispetto al criterio j.
6. Il metodo deriva l'importanza relativa delle alternative rispetto ad i singoli criteri. ossia tale che per ogni criterio la somma dei punteggi di tutte le alternative sia 1.

Alla luce di questo schema, la valutazione prevede, in primo luogo, l'assunzione di pareri esperti per stabilire l'incidenza percentuale di ogni parametro all'interno della categoria di riferimento e di ogni categoria all'interno del giudizio finale.
In secondo luogo, occorre attribuire ad ogni intervento, in corrispondenza di ogni parametro un giudizio qualitativo.
Il metodo è comparativo, poiché, essendo la finalità della valutazione la scelta dell'alternativa più sostenibile, questa seconda fase viene condotta sempre attraverso l'acquisizione di pareri esperti, ai quali viene chiesto di esprimere un ordine di preferenza fra le varie opzioni.
Il parere esperto può essere semplice o complesso, a secondo che l'indicazione della graduatoria di sostenibilità degli interventi non indichi o indichi l'ampiezza relativa fra una posizione e l'altra.
In altre parole, il parere esperto è semplice se le alternati-

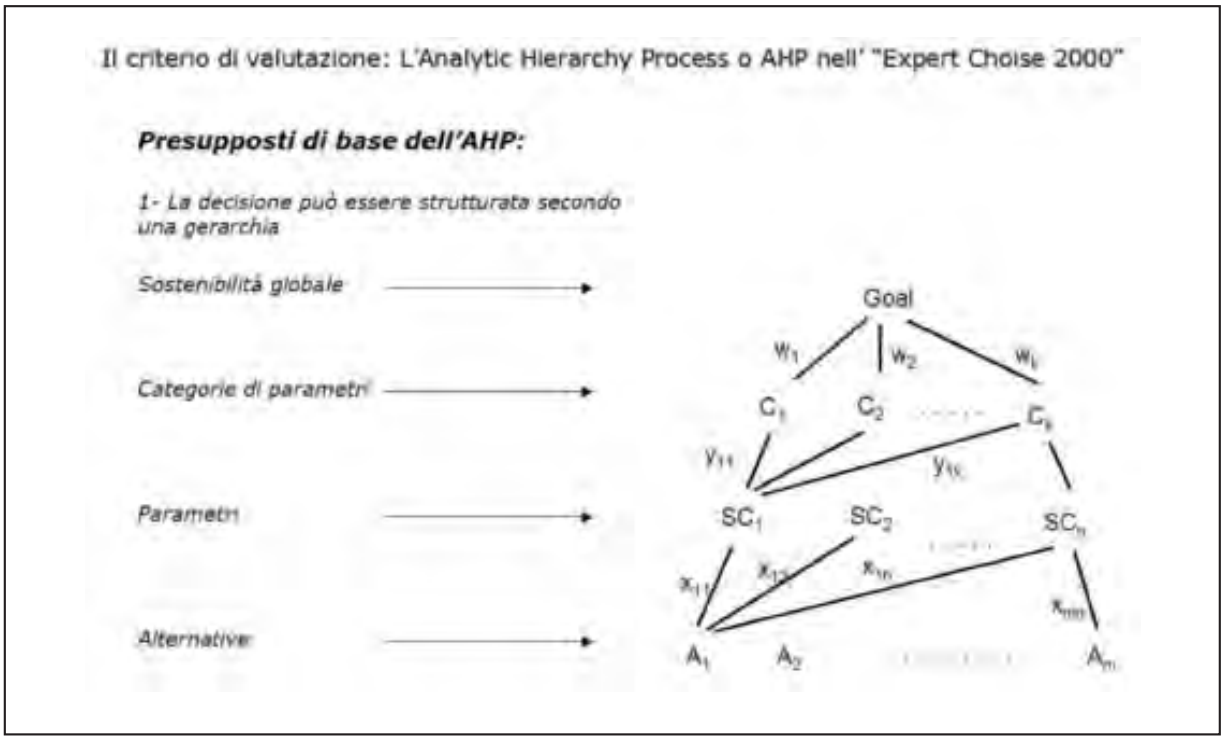


Fig. 19: Schema 4.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ve vengono ordinate semplicemente secondo un livello crescente di sostenibilità, è complesso se, considerato un generico parametro, per ogni alternativa si è in grado di stabilire quante volte è più o meno sostenibile rispetto ad alcune o a tutte le altre.
Quest'ultima possibilità dipende dalla capacità del parere esperto, sulla base delle proprie conoscenze teoriche ed empiriche, di confrontare quantitativamente, in termini di proporzioni e non di grandezze, i valori associati ai parametri qualitativi.
Il giudizio di preferenza può prevedere la non classificazione di un'alternativa rispetto ad un parametro, come accade, ad esempio, se si valuta la distruzione e ricostruzione integrale di un elemento costruttivo in relazione all'indicatore "conservazione di elementi originari".
In relazione alla sostenibilità ambientale dei materiali, il giudizio si avvale, come detto, del supporto, pur parziale e incompleto, in particolare sugli indicatori specifici del restauro, di tabelle e schede divulgate attraverso la letteratura tecnica di settore, che riportano valutazioni numeriche espresse attraverso valori compresi fra "1" e "5".
Per tutti gli altri parametri, il giudizio corrisponde alla posizione occupata dall'alternativa corrispondente nella graduatoria di sostenibilità, espressa in modo semplice o complesso come indicato.
Questo tipo di impostazione consente di utilizzare livelli diversi di giudizio, poiché il dato significativo non è il valore di una grandezza, ma il rapporto che la lega alle altre grandezze.
Nel caso in cui non si sia in grado di stabilire questo rapporto, si fissa un'ampiezza costante di separazione fra un'alternativa e l'altra.

5.6.3 Il caso di Palazzo Vulpano.

Proponiamo, di seguito, l'applicazione dell'approccio metodologico descritto al progetto degli interventi di restauro di Palazzo Vulpano.
Il caso di studio in esame si riferisce al solaio in profilati di ferro e tavelloni di laterizio di copertura dei locali al primo piano, che definiscono la zona ad angolo fra Via Planelli e Via S. Luca.
Il solaio si articola in 19 putrelle, con interasse di 88 cm circa, e 20 campi di voltine, i più esterni dei quali poggiano direttamente sulla muratura, non essendoci putrelle aderenti a questa. La lettura di questi elementi è possibile attraverso lo strato di intonaco che riveste l'intradosso. Secondo le tecniche tradizionali, riferite a questa tipologia di solaio, il riempimento sovrastante le voltine era realizzato con materiale di discreta compattezza: anche se non di calcestruzzo di ottima qualità, collaborava sicuramente alla stabilità del tavellone, sia ripartendo i carichi, sia contribuendo al mantenimento della forma. E', quindi, presumibile che questo schema costruttivo sia esteso al caso di studio. Sulla base di altri riferimenti riguardanti le tecniche di posa in opera di questi sistemi costruttivi, si può ipotizzare la presenza di barre di collegamento trasversali, distanziate di circa 1 m e passanti attraverso le aste dei profilati ad evitarne fenomeni di svergolamento. Le teste delle travi, inoltre, appoggiate per 20-25 cm, previa preparazione dell'appoggio, potrebbero essere collegate ai muri con bolzoni o con ferri perpendicolari alla trave, da annegare nella muratura o, anche, attraverso il taglio dell'estremità della trave in modo da divaricarne le parti che si ancoravano alla muratura.
Il solaio è caratterizzato da umidità diffusa, che ha causato una serie di fessurazioni dell'intonaco all'intradosso, che seguono lo sviluppo longitudinale dei profilati. L'origine è legata all'infiltrazione di acque meteoriche, dovuta all'inefficienza dell'impermeabilizzazione della chiusura orizzontale superiore e allo stato di abbandono generalizzato dell'edificio, privo di copertura in più ambienti e con infissi esterni assenti o fortemente degradati.
Il quadro fessurativo è sintomatico del processo di ossidazione delle putrelle, con conseguente formazione di ruggine, aumento di volume ed espulsione dello strato di rivestimento.
E' presumibile che anche il riempimento, non sufficientemente protetto dagli agenti atmosferici, si sia impoverito e che i fenomeni di corrosione del ferro abbiano interessato anche le parti non in vista.
Il degrado materico degli elementi costituenti il solaio può aver compromesso in modo significativo la sua resistenza statica, anche in considerazione del fatto che generalmente questi sistemi costruttivi sono, già in condizioni prestazionali ottimali, sottodimensionati secondo gli standard

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

attuali.
L'intervento proposto come caso di studio riguarda il rinforzo strutturale del solaio, nell'ipotesi che, sottoposto a verifiche statiche normate, risulti superare tensioni di lavoro o frecce elastiche ammissibili.

5.6.3.1 Individuazione delle alternative di intervento.

L'intervento di rinforzo strutturale del solaio in ferro oggetto di studio viene studiato attraverso quattro possibili alternative tecniche:

- **Realizzazione di soletta in cemento armato con rete elettrosaldata.**
- **Posa in opera di profilato in ferro rompitratta.**
- **Incollaggio di fibre di carbonio con resine epossidiche.**
- **Realizzazione di nuovo solaio in latero-cemento.**

Se si sottopongono le quattro soluzioni progettuali alla v**erifica di conformità ai requisiti essenziali** emerge che la posa in opera di profilato in ferro rompitratta non soddisfa i requisiti di **efficacia in relazione al problema**, poiché potrebbe essere soggetto a deformabilità flessionale, in considerazione delle luci notevoli da ricoprire e di **qualità architettonica**, restando a vista in ambienti di pregio artistico e valore storico.
Le tre alternative conformi sono state studiate, secondo i criteri della fase di **caratterizzazione dei materiali e delle tecniche**.
La r**ealizzazione di soletta in cemento armato con rete**

Fig. 20: Palazzo Vulpano.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

elettrosaldata utilizza essenzialmente calcestruzzo e acciaio.

Il **calcestruzzo** è un materiale composito ottenuto impastando un legante idraulico, con sabbia, ghiaia e acqua.Il processo può realizzarsi direttamente in cantiere. Il legante utilizzato è il cemento Portland, ottenuto a livello industriale per **cottura a 1450°** di una miscela di polvere di calcare e argilla, ai quali viene talvolta aggiunta una percentuale di sostanze minerali, quali bauxite e pirite. Per modificare alcune proprietà dell'impasto, si utilizzano **piccole dosi di additivi a base chimica**.

Il processo di produzione del cemento comporta un elevato impatto ambientale, sia per la **non rinnovabilità delle fonti**, ricavate dalla demolizione di montagne e dalla distruzione dei letti fluviali e delle falde, sia per l'**inquinamento prodotto dagli impianti**.

Non possono essere evidenziate, invece, specifiche condizioni di rischio per gli operatori durante la realizzazione e la posa in opera, salvo la necessaria a**ttenzione alla manipolazione del cemento e alla frazione aerodispersa**. Le strutture in calcestruzzo correttamente eseguite non comportano interventi di manutenzione.

L'**acciaio** è una lega del ferro, ottenuta per affinazione della ghisa, che viene sottoposta a cottura in forni con rottami di ferro arrugginiti e scoria basica. Il processo di produzione comporta **costi energetici molto elevati**. E' un materiale durevole, non modificando le sue caratteristiche nel tempo. Presenta, però, **vulnerabilità all'acqu**a, subendo fenomeni di ossidazione e **al fuoco**, necessitando di specifici prodotti di protezione.

Fig. 21: Palazzo Vulpano - Prospetto principale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Gli elementi vengono assemblati a secco mediante bullonatura o saldatura e ciò consente una velocizzazione nei tempi di cantieri. In esecuzione e in opera, non evidenzia condizioni di rischio per operatori e utenti. E', infatti, un materiale igienico, non emana nessun tipo di sostanza tossica, né odorosa, neanche se esposto al calore o colpito da fiamma. Gli elementi strutturali in acciaio sono interamente smontabili e riutilizzabili o riciclabili in nuove strutture o come materia destinata alla rifusione.

Le **fasi di realizzazione** della soletta estradossale sono le seguenti:

1. Si puntella la struttura.
2. Si rimuovono la pavimentazione, il sottofondo di allettamento e tutti gli strati successivi fino all'eventuale riempimento sull'estradosso delle putrelle.
3. Si procede alla rottura del diaframma verticale e orizzontale delle celle contigue al ferro dall'una e dall'altra parte dell'appoggio per tutta la lunghezza del ferro stesso.
4. Si puliscono le putrelle al fine di eliminare tracce di ruggine.
5. Si saldano all'estradosso delle putrelle dei tondini in ferro in direzione ortogonale e poi si sovrappone un'armatura incrociata.
6. Si esegue la posa in opera di staffe sagomate a cavalletto, che consentono il collegamento fra la rete e i profilati.
7. Si ricava lungo tutto il perimetro della muratura un cordolo, in cui si dispongono ferri longitudinale e staffe collegati alla rete elettrosaldata.
8. Si procede ad abbondante irrorazione dell'estradosso.
9. Si esegue il getto di calcestruzzo.
10. Si pongono in opera il coibente, il masso a pendio, l'impermeabilizzazione, il sottofondo e la pavimentazione.

L'**incollaggio intradossale** viene eseguito con fibre di carbonio e resina epossidica.

Le **fibre di carbonio** sono nastri di tessuto formato da gruppi di filamenti continui, costituiti da cristalli di grafite derivati da un **sotto prodotto dell'industria petrolifera** ed ottenuti mediante una **serie di gradienti di riscaldamento ad alte temperature**. Sono caratterizzate da elevata resistenza meccanica, ma necessitano di una matrice, un elemento continuo, come la resina epossidica, per la posa in opera.

La resina epossidica si ottiene per policondensazione tra cloridrina e bisfenolisopropano. Per successiva reazione dei gruppi epossidici con un indurente, che ne caratterizza il comportamento, si ha la formazione di strutture reticolate e termoindurenti. In sede produttiva e durante l'applicazione, i rischi per i lavoratori sono legati all'**inalazione di particelle aerodisperse**, con conseguenti **manifestazioni infiammatorie e allergiche** e al **contatto con resine non indurite**, causa frequente di **dermatite**. Le resine epossidiche **rilasciano sostanze** anche per molto tempo **dopo la completa essiccazione**.

Le **fasi di esecuzione** relative a questo intervento sono le seguenti:

1. Si puntella la struttura
2. Si rimuove lo strato di intonaco all'intradosso
3. Sull'intradosso, pulito e asciutto, si stende a pennello un primer epossidico per la regolarizzazione della superficie
4. Si procede all'impregnazione in resina epossidica dei nastri in fibre di carbonio , immergendoli in una vaschetta . Il tessuto si toglie dalla vaschetta e si lascia sgocciolare, allo scopo di rimuovere completamente la resina in eccesso
5. Si pone in opera il tessuto, avendo cura di stenderlo senza lasciare alcuna grinza. I nastri unidirezionali, indicati per il miglioramento della resistenza a flessione, vengono disposti secondo lo sviluppo longitudinale delle travi
6. Si pressa il tessuto dapprima con un rullo di gomma e poi con un rullo di alluminio, in modo da eliminare completamente eventuali bolle d'aria occluse durante le precedenti lavorazioni
7. Si procede alla posa in opera di rete porta-intonaco e di intonaco all'intradosso, ad avvenuta asciugatura della resina.

La **realizzazione di un nuovo solaio in latero-cemento** utilizza calcestruzzo, acciaio e laterizio.

Il ciclo produttivo del laterizio prevede quattro fasi, che sono l'escavazione e preparazione delle materie prime, argille e sabbie, impastate con acqua, la formatura, l'essi-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

cazione e la cottura.
I principali rischi associati a tali processi, che interessano esclusivamente gli ambienti lavorativi, sono legati alle concentrazioni di polveri aerodiperse dall'impasto. In più, emissioni a rischio nell'ambiente interessano in modo specifico la fase di cottura, in relazione al processo di combustione, al tipo e alla qualità di combustibile. Per prodotti non provenienti da impianti a metano e non dotati di sistemi di lavaggio dei fumi e abbattimento delle polveri, esiste la possibilità rispettivamente di riscontrare concentrazioni alte di zolfo nei manufatti e di produrre un elevato impatto ambientale. La cottura comporta, inoltre, un alto costo energetico, considerando che le temperature richieste oscillano fra i 900 e i 1150°. Il materiale non comporta rischi nella posa in opera per gli operatori, né durante l'utilizzazione per gli utenti. E' caratterizzato da elevata durabilità e non richiede nel breve periodo particolari interventi di manutenzione.
Le fasi di realizzazione di questo intervento sono le seguenti:

1. Si puntella la struttura
2. Si rimuovono tutti gli strati estradossali fino a scoprire i profilati e i tavolati di laterizio
3. Si eliminano le voltine
4. Si procede allo sfilaggio delle putrelle di ferro
5. Si riempiono i fori di alloggiamento delle putrelle con malta
6. Si procede all'esecuzione di un solaio in latero-cemento collegato alla muratura da un cordolo perimetrale in calcestruzzo armato

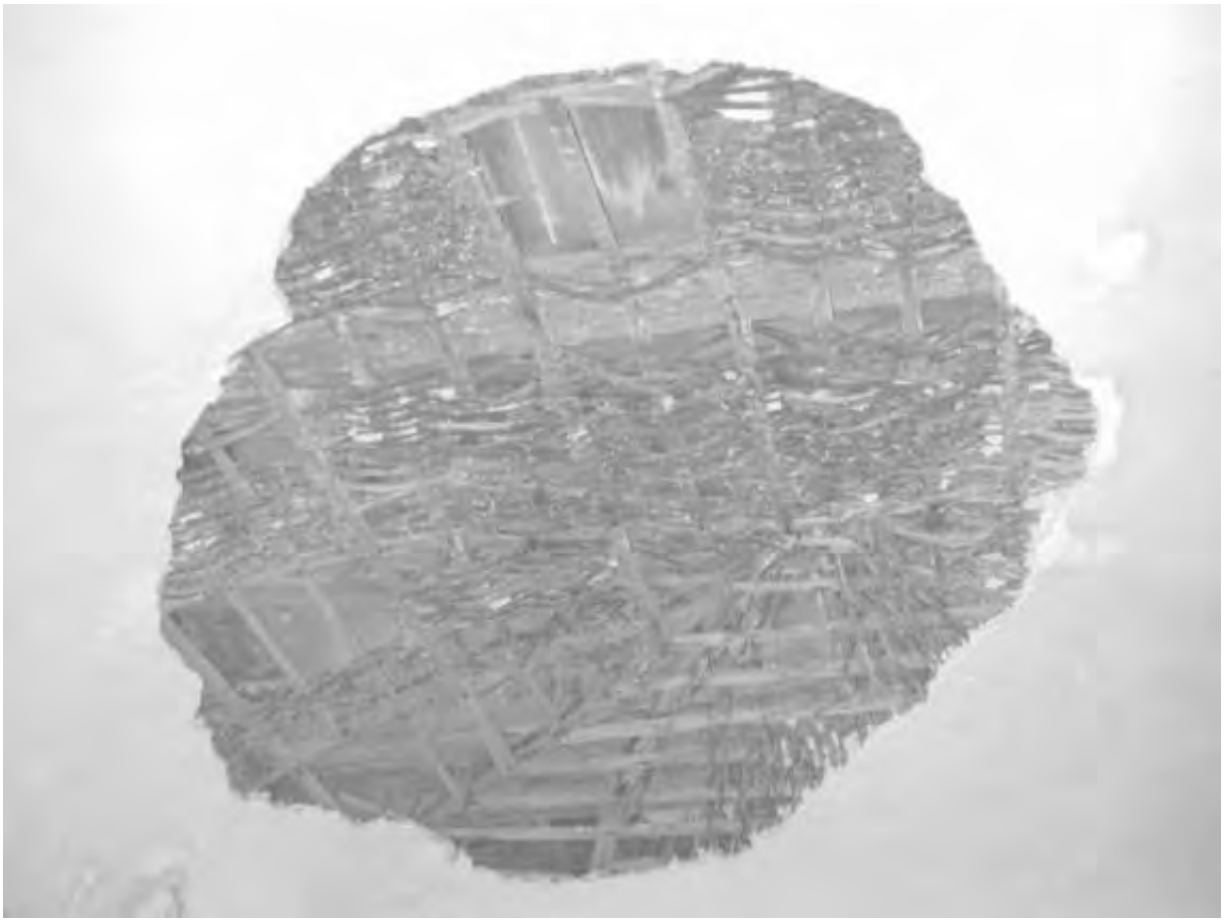


Fig. 22

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

7. Si procede ad abbondante irrorazione dell'estradosso
8. Si pongono in opera il coibente, il masso a pendio, l'impermeabilizzazione, il sottofondo e la pavimentazione.

5.6.3.2 *Attribuzione dei giudizi e dei pesi.*

L'attribuzione dei pesi relativi a ciascun parametro di valutazione e dei giudizi, in termini di ordine di preferenza semplice o complessa, secondo le modalità sopra indicate, viene effettuata attraverso l'acquisizione di pareri esperti, rinvenenti dalle conoscenze teoriche e dall'esperienza professionale di tecnici e operatori nel settore delle costruzioni.
Il presente lavoro di ricerca ha inteso simulare il procedimento di raccolta e analisi di questi dati, attraverso un seminario informativo e una esercitazione nell'ambito del Corso di "Recupero e Conservazione degli Edifici" della Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Bari.
L'esperimento ha scopo esemplificativo. Non pretende di fornire risultati sostanziali, ma di verificare in modo generale e qualitativo l'applicabilità del metodo.
Agli studenti è stato chiesto di attribuire singolarmente i pesi a ciascun parametro in relazione alla propria categoria e a ciascuna categoria in relazione al giudizio sintetico finale.
Inoltre, è stata condotta una discussione collegiale per l'assegnazione di un ordine semplice di preferenza, che, trattandosi di tre alternative di intervento, è stato indicato in termini di "basso", "medio", "alto" *(schema 5)*.
I risultati sono stati confortanti, considerando la sostanziale convergenza dei pareri.Questa confrontabilità risulta essere particolarmente significativa in relazione all'attribuzione dei pesi *(schema 6)*.

Attribuzione dei giudizi

	A	B	C
Ordine di preferenza studenti corso di recupero	VALORE	VALORE	VALORE
Consumo materia prima	2.9	1.0	3.5
Consumo energia in produzione	2.8	1.5	2.5
Inquinamento in produzione	2.9	2.0	2.9
Durabilità	3.1	3.0	3.7
Inquinamento in opera	4.0	3.0	3.4
Riciclabilità	2.5	1.0	2.3
Consumo materiali	medio	elevato	basso
Consumo energetico di demolizione	medio	elevato	basso
Consumo energetico di trasformazione	medio	elevato	basso
inquinamento durante resecuzione	elevato	medio	medio
Recuperabilità	n.c.	n.c.	n.c.
Costo di esecuzione	elevato	medio	basso
Conservazione degli elementi originari	medio	elevato	n.c.
Compatibilità con i materiali originari	medio	elevato	basso
Durabilità	basso	medio	elevato
Manutenibilità	medio	elevato	basso
Reversibilità	n.c.	elevato	n.c.

Fig. 23: Schema 5.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

5.6.3.3 Elaborazione dei dati e interpretazione dei risultati.

Secondo i risultati elaborati dal software, l'ordine di preferenza delle alternative è:

- **Incollaggio di fibre di carbonio con resine epossidiche (41,5%).**
- **Realizzazione di soletta in cemento armato con rete elettrosaldata (33,1%).**
- **Realizzazione di nuovo solaio in latero-cemento (24,3%).**

L'interpretazione dei risultati è tanto più interessante se si analizzano i parziali.
L'incollaggio di fibre di carbonio con resina epossidica risulta alternativa meno indicata in relazione alla "sostenibilità ambientale dei materiali" rispetto alla realizzazione della soletta in cemento armato con rete metallica, che utilizza acciaio e calcestruzzo.
Di contro, la sua esecuzione consente una più oculata economia di risorse, non solo per i minori apporti energetici in fase di demolizione e trasformazione dell'elemento costruttivo, ma anche in considerazione delle quantità limitate con cui quei materiali intervengono nella lavorazione. Questo significa che anche solo analizzando gli indicatori ambientali, rinvenenti dalla scomposizione del ciclo di vita dell'intervento nelle sue fasi sequenziali, una soluzione apparentemente inaccettabile per la evidente invasività e nocività dei materiali, risulta interessante secondo i requisiti complessivi di qualità ambientale ed energetica.
Questo risultato è supportato e confermato dall'analisi degli altri indicatori, che evidenziano la corrispondenza fra materiali a forte impatto ambientale ed elevati potenziali

Attribuzione dei pesi

		A		B		C	
	PESO	VALORE	VAL.PES.	VALORE	VAL.PES.	VALORE	VAL.PES.
Consumo materia prima	0,21						
Consumo energia in produzione	0,19						
Inquinamento in produzione	0,15						
Durabilità	0,19						
Inquinamento in opera	0,12						
Riciclabilità	0,15						
SOSTENIBILITA' AMBIENTALE MATERIA	0,20						
Consumo materiali	0,26						
Consumo energia per demolizione	0,18						
Consumo energia per esecuzione	0,18						
Inquinamento durante l'esecuzione	0,15						
Recuperabilità	0,23						
SOSTENIBILITA' AMBIENTALE INTERVE	0,24						
Costo di esecuzione	1,00						
COSTO TECNICO	0,10						
Conservazione degli elementi originari	0,60						
Compatibilità con i materiali originari	0,40						
CORRETTEZZA PROCESSO CONSERVAZ	0,27						
Durabilità	0,36						
Manutenibilità	0,28						
Reversibilità	0,36						

Fig. 24: Schema 6.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

prestazionali, in termini di durabilità, manutenibilità e reversibilità, nonché di conservazione della specificità e peculiarità formali e costruttive dell'edificio.
La distanza relativamente significativa fra le prime due alternative, rispondenti ad una esigenza di recupero e tutela dell'esistente, e l'ultima di demolizione e ricostruzione integrale dell'elemento costruttivo, riproduce su scala ridotta il forte divario, in relazione ai temi della sostenibilità, che concettualmente divide la conservazione dell'edilizia storica e del patrimonio architettonico dalla progettazione del nuovo.

5.6.3.4 Conclusioni.

- Gli interventi di recupero dell'edilizia storica possono risultare "insostenibili" se compromettono il raggiungimento del benessere fisico e psicologico dell'uomo o se pregiudicano la conservazione del manufatto. In tal senso, il comfort ambientale, la sicurezza e fruibilità degli spazi, la percezione della qualità formale e la certezza dell'efficacia tecnica e prestazionale dell'intervento ne rappresentano prerogative imprescindibili.
- L'uso di materiali naturali e locali nella pratica del restauro rispetta i principi della compatibilità ambientale, limitando gli impatti legati alle fasi di produzione, e consente un processo metodologicamente corretto di conservazione e di continuità dell'immagine fruibile del manufat-

Fig. 25

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

to.

- L'uso di materiali artificiali e nocivi va valutato in un ottica complessiva che consideri la quantità utilizzata nella lavorazione e la "quantità" conservata di materiali in opera ed elementi originari.
- La capacità dell' intervento di restauro di conservare gli elementi costruttivi originari dell'edificio, in alternativa alla trasformazione o sostituzione, al di là delle evidenti motivazioni culturali, acquista implicazioni ambientali, poiché consente l'acquisizione dell'energia in essi inglobata, non richiede consumi aggiuntivi per la loro eliminazione, consente un'economica reversibilità della soluzione tecnica.

NOTE.

[1] cfr. O. Pellitteri, "La Banca Dati nel Piano dei Servizi", in *Il Piano dei Servizi nel Centro Storico di Palermo*, Centro Interdipartimentale di Studi e Ricerche sui Centri Storici dell'Università di Palermo, 1992.

[2] Il presente contributo è stato elaborato sulla base dei contenuti della Tesi in "Restauro Architettonico" di Mariella De Fino, dal titolo "Un approccio metodologico per l'implementazione di scelte "sostenibili" nel restauro dell'edilizia storica: il caso di Palazzo Vulpano", relatore il Prof. Ing. G. De Tommasi e correlatore l'Ing. F. Fatiguso, Dipartimento di Architettura e Urbanistica, Politecnico di Bari.

[3] vedi "sicurezza" - UNI 8290, Parte I, "*Edilizia residenziale - Sistema tecnologico - Classificazione e terminologia*"

[4] vedi "sicurezza" - UNI 8290, Parte I, "*Edilizia residenziale - Sistema tecnologico - Classificazione e terminologia*"

[5] vedi "benessere" - UNI 8290, Parte I, "*Edilizia residenziale - Sistema tecnologico - Classificazione e terminologia*"

[6] vedi "fruibilità" - UNI 8290, Parte I, "*Edilizia residenziale - Sistema tecnologico - Classificazione e terminologia*"

[7] vedi "aspetto" - UNI 8290, Parte I, "*Edilizia residenziale - Sistema tecnologico - Classificazione e terminologia*"

[8] Society of Environmental Toxicology and Chemistry

[9] vedi "affidabilità" e "efficienza" - UNI 8290, Parte II, "*Edilizia residenziale - Sistema tecnologico - Analisi dei requisiti*"

[10] vedi "recuperabilità" - UNI 8290, Parte II, "*Edilizia residenziale - Sistema tecnologico - Analisi dei requisiti*"

[11] vedi "recuperabilità" - UNI 8290, Parte II, "*Edilizia residenziale - Sistema tecnologico - Analisi dei requisiti*"

[12] vedi II punto - Carta di Atene, 1931 e Introduzione - Carta italiana del Restauro, 1932

[13] vedi articolo 12 - Carta di Venezia, 1964

[14] vedi "manutenibilità" - UNI 8290, Parte II, "*Edilizia residenziale - Sistema tecnologico - Analisi dei requisiti*"

[15] vedi "affidabilità" e "efficienza" - UNI 8290, Parte II, "*Edilizia residenziale - Sistema tecnologico - Analisi dei requisiti*"

[16] vedi art. 8 - Carta del Restauro, 1972.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

5.7 Applicazioni GIS per la gestione degli interventi di restauro architettonico: Palazzo Sylos Vulpano.

A. Lerario

5.7.1 Obiettivi della sperimentazione

Una corretta azione di salvaguardia del patrimonio di edilizia storica richiede la conoscenza approfondita di tutti i processi che hanno nel tempo interessato la vita di un edificio, contribuendo nel loro complesso a determinarne l'attuale stato di conservazione. L'analisi di tali processi richiede la disponibilità di conoscenze provenienti da diversi campi disciplinari, che solo se integrate consentono di pervenire ad una valutazione corretta dello stato di conservazione del bene. I decisori preposti alla pianificazione e alla gestione degli interventi di recupero dell'oggetto architettonico necessitano poi anche di disporre di dati precisi per l'individuazione delle azioni più efficaci sulla base di molteplici criteri, non ultimi quelli relativi a tempi, costi e modalità di intervento. Ciò determina la necessità di pervenire alla definizione di uno strumento operativo in grado di raccogliere e sistematizzare le necessarie informazioni.
In particolare, le esigenze di rapidità nella fase decisionale, sottolineate nelle fasi preliminari del progetto di ricerca, hanno indirizzato l'analisi verso la messa a punto di uno strumento informativo che consentisse di pervenire a valutazioni di massima - e pertanto, di uso semplice ed immediato - dello stato di degrado dell'edificio oggetto di studio e dei relativi costi di intervento. Tutto questo senza però tralasciare la possibilità di disporre contemporaneamente anche di un mezzo per lo studio e l'analisi dell'edificio inteso come testimonianza storica di una comunità, per finalità di pura conoscenza e conservazione della memoria storica del manufatto.
La necessità basilare di ancorare ogni analisi e valutazione alla componente visiva, fisica, dell'oggetto architettonico, ha reso evidente l'insufficienza di strumenti quali semplici database, seppure integrati da rappresentazioni CAD 2D e 3D di tipo tradizionale, indirizzando la sperimentazione verso la tecnologia GIS[1].

5.7.2 L'applicazione della tecnologia GIS alla scala dell'edificio.

Sebbene nata come studio dei fenomeni a base territoriale, la tecnologia GIS si presta, più in generale, allo studio di qualunque fenomeno caratterizzato da uno sviluppo su base fisico-geometrica. In effetti, negli ultimi anni le applicazioni di questa tecnologia alla scala del singolo edificio si sono succedute con risultati interessanti. L'adeguatezza della tecnologia alla tematica in questione è direttamente determinata dalle possibilità di visualizzazione e quantificazione simultanea delle porzioni di superficie caratterizzate da specifici attributi o interessati da particolari processi.
Sostanzialmente, l'efficacia di questa applicazione risiede nella possibilità di potenziare le normali procedure di graficizzazione degli oggetti, tipiche del CAD tradizionale, con la costruzione di un modello georelazionale di dati, dando così la possibilità di associare alle entità di base (punti, linee, poligoni) strutture di dati interrelati anche molto complesse grazie alla creazione di relazioni di tipo topologico (adiacenza, vicinanza, ecc.) tra i vari oggetti.
Questo modello consente quindi non solo di organizzare in maniera estremamente strutturata il patrimonio informativo esistente per l'oggetto architettonico, ma anche di utilizzarlo per scopi di valutazione, calcolo e previsione.
Non vanno però negati i limiti ancora insiti nell'impiego di questa tecnologia. In particolare, il maggiore 'nodo', tuttora irrisolto, consiste nella attuale impossibilità per i GIS di trattare con la natura tridimensionale di qualunque fenomeno e quindi di qualunque oggetto. Nel caso specifico di un edificio, questo impedisce di abbandonare la logica convenzionale di scomposizione del manufatto nelle superfici che lo compongono (tradizionalmente, piante e prospetti). La presenza di superfici a sviluppo complesso, quali ad esempio le volte - particolarmente frequenti nel patrimonio di edilizia storica - rimanda per uno studio effi-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

cace e dettagliato alla modellazione 3D attraverso software di diversa natura, talvolta con procedure particolarmente complesse e laboriose. Nella presente sperimentazione, data la finalità di esemplificazione delle valutazioni preliminari, di massima, si è cercato di mediare le diverse esigenze riportando tutte le superfici a entità bidimensionali attraverso opportune approssimazioni e riservando l'impiego della modellazione tridimensionale per la elaborazione di rappresentazioni virtuali dei risultati di diverse ipotesi di intervento (*Restauro Virtuale*).

5.7.3 Lo stato dell'arte nel settore

Peraltro, l'estensione della tecnologia GIS allo studio degli edifici di valore storico-architettonico è già stata esplorata con interessantissimi risultati.
Tralasciando le esperienze svolte in contesti diversi da quello italiano, le principali realizzazioni relative al settore dei beni architettonici fanno capo, al momento, alle ricerche condotte dall'ITABC-CNR di Montelibretti (Roma), in particolare lo studio condotto sul Teatro Romano di Aosta, e la realizzazione di AKIRA GIS Server nell'ambito del CRIBeCu-Centro di Ricerche Informatiche per i Beni Culturali, alla base dei programmi di restauro della Torre di Pisa.
Quest'ultimo, in particolare, rappresenta il risultato di uno studio particolarmente corposo, in cui la robustezza del supporto di informazioni relative alla diagnostica - studio del microclima, degli agenti inquinanti, ecc. - e alle campagne documentarie è strettamente connessa all'elevato livello di approfondimento delle analisi necessarie per il complesso programma di restauro e giustificata dalla enorme valenza storico/architettonica del bene oggetto di studio.
Finalità più simili a quelle della presente sperimentazione presentano invece le esperienze del Teatro di Aosta e del sistema ARKIS realizzato dall'ITABC, Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali del CNR.
I risultati prodotti da questi studi hanno messo in luce le ottime potenzialità insite nell'applicazione della tecnologia GIS per fini di studio del patrimonio di edilizia storica, a condizione di una attenta calibratura dell'apparato tecnologico rispetto alle finalità specifiche dei casi di studio.

5.7.4 Il caso di studio e i dati di partenza

L'edificio oggetto di studio, Palazzo Sylos Vulpano in Bitonto (BA), rappresenta un caso particolarmente interessante per la presente ricerca, sotto diversi aspetti. In particolare, nell'ambito degli studi sul S.I. risulta estremamente interessante la presenza nell'edificio di numerose stratificazioni temporali, individuabili nell'attuale configurazione, a partire dal medioevo e nel corso dei secoli successivi, che hanno determinato la coesistenza di materiali e tecniche costruttive eterogenee. Questa circostanza ha costituito l'occasione per sperimentare l'efficacia e la flessibilità delle metodologie e degli strumenti ideati e verificarne la validità di future applicazioni in casi architettonici estremamente differenziati.
Trattandosi, come già detto, di una esplorazione iniziale dell'adeguatezza della piattaforma GIS al particolare caso esaminato, lo studio ha preso le mosse dalla base di dati già disponibili al momento della sperimentazione e non, in maniera formalmente più appropriata nella maggior parte dei casi, stabilendo a priori caratteristiche dei dati da raccogliere, protocolli e procedure di rilevazione.
I dati di partenza, precedentemente elaborati e messi a disposizione per questo studio consistono essenzialmente in:

a) schede di rilevazione
b) rilievo digitale
c) rilievo fotografico

Le schede, messe a punto dall'unità operativa 4 del Politecnico di Bari, Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura, con software FileMaker Pro hanno fornito dati particolarmente dettagliati, relativi a modalità di ispezione, caratteristiche materiche, stato di conservazione, tipo di degrado e indicazioni sintetiche di intervento, relativamente ai vani e alle strutture murarie principali. Non essendo importabili direttamente all'interno della struttura GIS, i dati originariamente disponibili hanno richiesto una specifica fase di trasferimento delle informazioni nelle tabelle attributi di ArcView.
Il rilievo digitale georeferenziato di Palazzo Sylos Vulpano è stato messo a disposizione dall'unità operativa 2, dello stesso Dipartimento, nella forma di piante e prospetti in

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

formato dwg. L'utilizzo di tale materiale ha richiesto nella messa a punto del S.I. una preliminare azione di adattamento dei files attraverso operazioni di chiusura degli elementi rappresentati da polilinee aperte e la correzione di alcuni elementi, necessaria per rendere gli elementi stessi "leggibili" dal software; questi infatti è in grado di effettuare misure di aree, fondamentali per gli scopi della ricerca, solo - ovviamente - su poligoni perfettamente chiusi. Tale rilievo è stato poi successivamente arricchito con le informazioni in forma grafica relative a materiali e stato di degrado delle singole parti dell'edificio, principalmente dei prospetti esterni, fornite dal gruppo responsabile del rilevamento.
Il rilievo fotografico, realizzato da più gruppi afferenti al programma di ricerca nel corso di diverse campagne di rilevazione ed inizialmente consistente in foto piane dell'edificio, degli ambienti interni e dei particolari costruttivi, è stato poi successivamente arricchito da foto di tipo 'fish-eye', in grado di offrire rappresentazioni a 360° di interi ambienti.
Nelle fasi successive sono poi state realizzate rappresentazioni virtuali di ipotesi di restauro sia dei prospetti dell'edificio sia di particolari costruttivi.

Ulteriori dati, di tipo alfanumerico, sono stati raccolti nelle successive fasi di elaborazione del S.I.; questi attengono principalmente ai lessici messi a punto dalla commissione UNI-Normal relativamente a mappatura dei litotipi e mappatura degli stati di degrado, oltre agli standard di Catalogazione per i Beni Architettonici dell'ICCD[2], alla terminologia dei diversi tipi di intervento sui beni architettonici, a dati sui costi unitari[3] e sui tempi di lavorazione.

5.7.5 Definizione dell'architettura del S.I.

Il sistema è basato sull'impiego di una piattaforma ArcView GIS. La scelta di questo strumento, semplice rispetto ad altre possibilità offerte dal mercato delle tecnologie GIS a disposizione, è stata dettata dalla necessità di tener conto della relativa novità dell'impiego dei GIS nel settore del restauro e di contenerne l'impatto in termini di procedure e tempi di apprendimento da parte degli utenti (è prevista infatti un'utenza 'multipla', costituita, oltre che dalle Soprintendenze, anche da operatori facenti capo alle imprese realizzatrici degli interventi).
Sul piano strettamente operativo, il sistema permette l'attivazione di viste dell'edificio (principalmente piante e prospetti, ma - scendendo di livello - anche singoli ambienti e dettagli costruttivi).
L'entità di base della rappresentazione grafica, alla quale sono state associate le informazioni è stata individuata nel 'vano'[4]. Ciononostante, è stata considerata la possibilità di dettagliare questo elemento nelle sue componenti (sostanzialmente orizzontamento superiore, orizzontamento inferiore e pareti), di modo che esso risulta il livello intermedio di riferimento tra 'edificio'e 'elemento costruttivo'. In questo processo di scomposizione del vano sono state considerate quali entità a sé anche le bucature - porte, finestre, nicchie - associando quindi anche ad esse uno specifico bagaglio informativo.
Trattandosi di una sperimentazione si è scelto di seguire due diverse impostazioni per lo studio delle superfici orizzontali (livelli) e verticali (prospetti), al fine di valutarne l'efficacia.
Va precisato che lo studio effettuato si sofferma sugli aspetti relativi al solo degrado delle superfici, lasciando a sistemi più complessi l'esame delle problematiche di degrado delle strutture, pur essendo i due ambiti strettamente intrecciati.
Per ciascun livello (piano) dell'edificio, le tematizzazioni disponibili riguardano:

A) *Informazioni relative alla configurazione di ciascun vano:*

- codice identificativo del vano
- dati relativi alla localizzazione
- dati riguardanti le operazioni di misurazione e rilievo (modalità di ispezione, data del rilievo, data di immissione dei dati nel S.I., eventuali aggiornamenti)
- quota di calpestio
- destinazione d'uso
- incidenza in termini percentuali della superficie dei vani sulla superficie complessiva
- eventuali documenti associati al singolo vano: testi, immagini fotografiche, disegni, ecc...

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

B) *Informazioni relative alla composizione materia superficiale:*

- materiali costituenti le superfici
- tecniche costruttive
- data di eventuali rifacimenti e/o sostituzioni ecc...

C) *Informazioni sullo stato di conservazione generale dell'orizzontamento*, comprendenti la descrizione del tipo di degrado e un giudizio sintetico del tipo '*buono*' - '*discreto*' - '*cattivo*' - '*fatiscente*' - '*parzialmente crollato*' - '*crollato*'. Questa scelta è stata dettata dall'esigenza specifica di fornire all'utente una immediata valutazione visiva della situazione globale per una valutazione sintetica sia dei costi sia delle priorità in termini di tempi di intervento. Le tabelle relative ai tipi di degrado possono infatti essere incrociate con tabelle relative ai possibili tipi di intervento e ai rispettivi costi e tempi di lavorazione.

Il passaggio ad un maggiore livello di dettaglio nelle informazioni - soprattutto quelle relative allo stato di conservazione del singolo vano - è stato risolto con lo strumento 'hotlink' che consente di visualizzare, con un semplice click all'interno di ciascun vano, una vista contenente lo sviluppo delle superfici che lo compongono.
Dal punto di vista della configurazione geometrica, si è presentato il problema della trasformazione in termini bidimensionali delle superfici aventi uno sviluppo diverso da quello piano, quali le volte, presenti nell'edificio in questione con una varietà di tipologie. Dovendo realizzare uno strumento finalizzato alla formulazione di giudizi e valutazioni 'di massima' si è pensato di risolvere questo nodo rappresentando la superficie come se fosse piana e attribuendo poi ad essa un coefficiente moltiplicativo - diverso a seconda che si tratti di volte a botte, a crociera, a padiglione, ecc. - desunto da calcolo integrale.
Questo livello di maggiore dettaglio (sono disponibili tante viste quanti sono i vani oggetto di rilievo) è risultato poi il più adeguato per l'organizzazione delle informazioni relative sia alle componenti materiche delle superfici sia al loro tipo di degrado.
Quanto ai prospetti, le informazioni associate e organizzate nelle tabelle sono nel complesso omogenee rispetto a quelle relative agli orizzontamenti; si è scelto di analizzare ciascuna facciata, oltre che nella sua interezza, anche in maniera disaggregata, ma in questo caso la scomposizione è avvenuta per porzioni omogenee per tecnica costruttiva e composizione.

5.7.6 Applicabilità e impieghi del prototipo di S.I.

In relazione al complesso delle conoscenze sull'edificio, le funzioni che il sistema è in grado di effettuare possono essere così sintetizzate:
- fornire la rappresentazione grafica del complesso architettonico in scala;
- ricavarne la posizione sul territorio
- eseguire mappature a diverso contenuto associando a singoli punti o aree informazioni e documentazione di varia natura;
- digitalizzare e effettuare la perimetrazione di aree significative rispetto a specifici tematismi e caratterizzate da specifiche informazioni (ad esempio, le aree di degrado) *(Fig. 26);*
- codificare automaticamente ogni nuova entità (il sistema associa automaticamente un nuovo codice ad ogni nuovo elemento man mano che questo viene inserito o creato);
- visualizzare e attivare contemporaneamente più temi attraverso la modalità di overlay (sovrapposizione di strati informativi diversi);
- consultare e/o editare le tabelle attributi (contenenti i dati), tante quanti sono i temi attivi, in maniera simultanea;
- compiere interrogazioni sia sulla rappresentazione grafica sia sulla tabella attributi, con la reciproca evidenziazione (selezione automatica) sia dell'elemento (o degli elementi) sulla rappresentazione grafica sia dei corrispondenti records nella tabella *(Fig. 27);*
- calcolare aree, perimetri e incidenze percentuali di porzioni di superficie individuate sulla base di uno o più criteri stabiliti dall'utente (ad esempio, porzioni di prospetto interessate dallo stesso tipo di degrado o costruite nella stessa epoca e/o caratterizzate dalla presenza dello stesso litotipo, ecc.);
- compiere operazioni di 'query'più complesse (ad esem-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

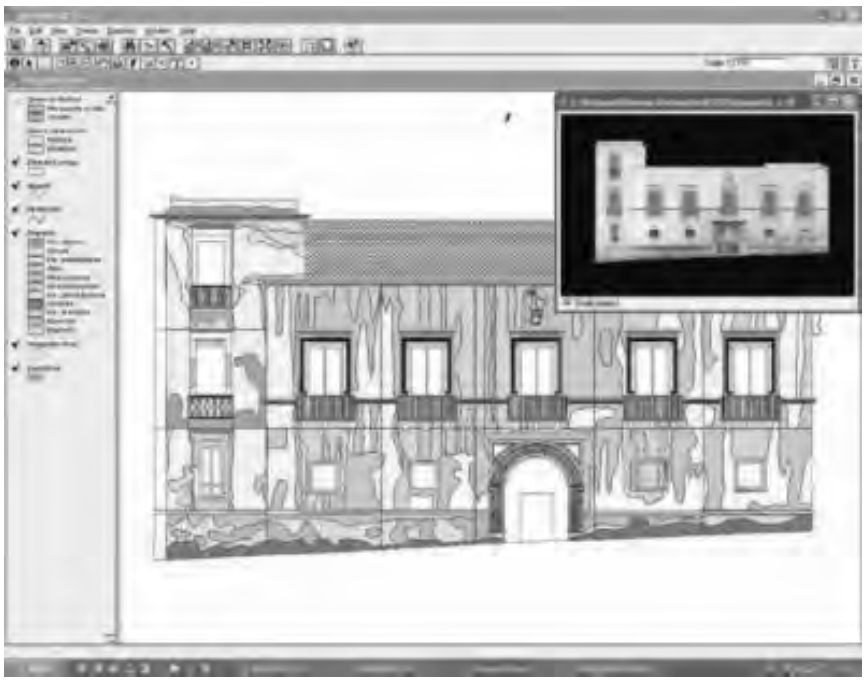


Fig. 26: Mappatura dello stato di degrado del prospetto nord dell'edificio.

Fig. 27: Esecuzione di una query semplice: nell'esempio sono state individuate, fra i diversi tipi di coperture, le sole volte a padiglione situate al 1° piano dell'edificio, evidenziate sia sulla rappresentazione grafica che nella tabella attributi.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

pio, individuare l'incidenza del costo di sostituzione degli infissi o delle pavimentazioni che necessitano di rifacimento in rapporto al costo complessivo dell'intervento di restauro dell'edificio) *(Fig. 28*);
- richiamare l'immagine fotografica del particolare investigato, o altri documenti disponibili, come filmati (ad esempio, fasi dell'esecuzione del rilievo), testi (documenti d'epoca o da bibliografia), immagini di tipo piano o 'fish-eye' *(Fig. 29);*
- produrre report riepilogativi per ciascuna tematica o query.

Con riferimento alle valenze che l'applicazione della tecnologia GIS intende supportare, un aspetto centrale è quello relativo al concetto di sostenibilità degli interventi di restauro, che in questa sede è stato esaminato alla luce di tre diverse interpretazioni:

- sostenibilità economica
- sostenibilità in termini di tempi di intervento
- sostenibilità in termini di impatto ambientale.

Sotto i primi due aspetti, l'efficacia sul piano costi/tempi è valutabile attraverso confronti fra diverse ipotesi grazie all'associazione tra tipi di degrado, relative diverse possibilità di interventi e rispettivi tempi e costi.
Parallelamente, la compatibilità degli interventi, con l'ambiente circostante ma soprattutto con l'identità originaria dell'edificio stesso, viene valutata proprio grazie alla visualizzazione delle ipotesi di restauro virtuale, al momento disponibili per i prospetti principali e relativi particolari.
In tal modo, l'utente può disporre di uno strumento di valutazione 'multicriterio' basato sul confronto delle diverse possibilità di intervento attraverso la definizione di indici relativi allo stato di conservazione, alla gravità del degrado, alla sostenibilità economica dell'intervento e alla sua compatibilità.

5.7.7 Risultato e conclusioni

Dall'esecuzione dello studio descritto è stato possibile trarre alcune considerazioni. In primo luogo, nonostante la scelta di una piattaforma GIS relativamente semplice, la necessità di addestramento dell'utenza finale è comunque risultata cruciale, se non nelle fasi di immissione e modifica dati, quanto meno nell'utilizzo degli stessi a fini predittivi e valutativi. Lo strumento della query infatti non è purtroppo ancora di immediata e rapida gestione.
Ciò ha messo in luce la necessità di uno specifico studio dell'interfaccia, con specifico riferimento a questa fase nell'uso del S.I.
Un'altra considerazione riguarda le potenzialità insite nella possibilità di mettere a punto strutture a rete, raccordando i vari edifici presenti su specifiche porzioni di territorio ai fini di una programmazione di diverse campagne di restauro in relazione alle disponibilità finanziarie dell'ente e alla ottimizzazione delle fasi di lavorazione su più cantieri.
Ciò potrebbe realizzarsi attraverso un sistema 'ibrido' che associ alla tecnologia GIS classica, sicuramente adeguata alla gestione di una distribuzione di edifici sul territorio, tecnologie di tipo 'leggero' o semplificato, a metà strada fra GIS e semplice database, per lo studio dei singoli edifici.
Nel complesso, nonostante i limiti evidenziati, la tecnologia GIS si conferma estremamente adeguata ad un utilizzo allargato nel settore del restauro degli edifici storici.

Note

1 GIS, (*Geographic Information System*)
2 ICCD, Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione
3 dati desunti dal prezzario della Soprintendenza BAAC, specifici per la zona in cui ricade il bene ed espressi in termini di materiali, noli e lavorazioni
4 la scelta non è dettata solo da un'opportunità 'tecnica' ma ha anche una valenza più ampia; fra i Principi del Restauro per la Nuova Europa espressi nella Carta Cracovia 2000, è individuato come obiettivo principale della conservazione dei monumenti e degli edifici storici "*[...] il mantenimento della loro autenticità ed integrità anche nei loro spazi interni [....]*"

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 28: Esecuzione di una query per l'individuazione del costo delle sole opere di stilatura sul prospetto.

Fig. 29: Visualizzazione dell'immagine fotografica delle superfici componenti i singoli vani attraverso lo strumento Hotlink

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

BIBLIOGRAFIA

PARAGRAFI 5.1-5.6

Rilievo, applicazioni informatiche

- Apolloni Ghetti M., *Bari vecchia. Contributo alla sua conoscenza e al suo risanamento*, Bari 1972
- *Atlante del barocco in Italia. Terra di Bari e Capitanata*, Roma 1996
- Barbanente A., Maiellaro M., *Sistema informativo per la riqualificazione edilizia dei piccoli centri. sperimentazione in un centro storico dell'area Barese*, CNR-IRIS, Bari, 1992
- Beatillo, *Storia di Bari*, Bari 1886, pp. 188-189
- Beatillo, *Historia di Bari principal città della Puglia*, Napoli 1637; ristampa, Bologna 1965
- Bologna R., Minchilli M.,Teseo G., *Integrazione di procedure fotogrammetriche e topografiche applicata all'analisi delle tecniche costruttive di architetture complesse*, AUTeC, Napoli 2001
- Cesari L., Orazi R., Salonia P., *Sistema informativo automatizzato per il recupero del patrimonio architettonico*, in "Recuperare" n.28, Milano, 1987
- d'Orsi M., *La Chiesa e il convento di Santa Chiara*, in "La Gazzetta del Mezzogiorno", 27 agosto 1935, p. 3
- d'Orsi M., *La Chiesa di Santa Chiara in Bari*, in "La Gazzetta del Mezzogiorno", 29 agosto 1935, p.3
- Garruba M., *Serie critica de' sacri pastori baresi*, Bari 1844
- Iannone, *Insediamenti francescani in Bari*, Bari 1987
- Melchiorre V. A., *Bari antica*, Bari 1980
- Milano N., *Le chiese della diocesi di Bari, note storiche e artistiche*, Bari 1982
- Minchilli M., Bologna R. S*urface spatial analysis in Architectural and Archeological survey: digital and analytical procedures*, ISPRS, Parma 1999
- Petrai, *Strumenti innovativi per progettare la città esistente*, in "Recuperare" n.3, Milano, 1990.
- Petrignani M., Porsia F. Bari, Bari 1982 *(Le città nella storia d'Italia, 13)*
- Pellitteri G., *Recupero dell'edilizia elencale nel contesto Capo Alto del centro storico di Palermo*, Palermo, 1990
- Pellitteri G., *Sistema Informativo per gli interventi di recupero edilizio nei Centri Storici*, Palermo 1995.
- Petrai, *Strumenti innovativi per progettare la città esistente*, in "Recuperare" n.3, Milano, 1990.
- Wadding L., *Annales minorum seu trium Ordinum a S. Francisco institutorum*, Roma 1736, vol 15, p. 24

Dichiarazioni d'intenti, Atti congressuali, Documenti programmatici

- AA.VV., "*La Carta di Atene*", 1931;
- AA.VV., "*La Carta italiana del Restauro*", 1932;
- AA.VV., "*La carta di Venezia*", 1964;
- AA.VV., "*La Carta del Restauro*", 1972;
- AA.VV., "*Carta del Machu Picchu*", 1977;
- AA.VV., "*V Piano d'Azione Ambientale dell'UE "Per uno sviluppo durevole e sostenibile" 1993/1999*", Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo, Rio de Janeiro, 1992;
- AA.VV., "*Piano Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile*", Ministero dell'Ambiente, Commissione per l'ambiente globale, 1993;
- AA.VV., "*Carta di Aalborg: Carta delle Città europee per uno Sviluppo durevole e Sostenibile* ", 1994;
- AA.VV., "*Habitat II", Conferenza delle Nazioni Unite sugli Insediamenti Umani"*, Istanbul, 1996;
- AA.VV., "*La Nuova Carta di Atene*", 1998;
- AA.VV., "*Quadro d'azione per uno sviluppo urbano sostenibile nell'Unione Europea*", 1998;
- AA.VV., "*Codice concordato di raccomandazioni per la qualità energetico ambientale di edifici e spazi aperti*", Conferenza Nazionale Energia e Ambiente, 1998;
- AA.VV., "*VI Piano d'Azione Ambientale 2002/2010 dell'UE "Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta*", Commissione delle Comunità Europee, Bruxelles, 2001;
- AA.VV., "*Relazione sullo stato dell'Ambiente 2001*", Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 2001;
- AA.VV., "*Strategia di azione ambientale per lo sviluppo sostenibile in Italia*", Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 2002.

Manuali e testi sui temi del restauro e del recupero edilizio.

- AA.VV., "*Manuale di progettazione edilizia*", Milano,

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Hoepli, 1992;
- Carbonara G., diretto da, "*Trattato di restauro architettonico*", Torino, UTET, 1999;
- Caterina G. et al., a cura di, "*Tecnologia del recupero edilizio*", Torino, UTET, 1989;
- Ceschi C., "*Teoria e storia del Restauro*", Roma, Bulzoni, 1970;
- Cigni G., "*Il consolidamento murario - Tecniche di intervento*", Roma, Kappa, 1978;
- Massari G. e I., "*Risanamento igienico dei locali umidi*", Milano, Hoepli, 1998;
- Mastrodicasa S., "*Dissesti statici delle strutture edilizie - Diagnosi Consolidamento Istituzioni teoriche*", Milano, Hoepli.

Manuali e testi sui temi della sostenibilità.
- Amirante I., "*Una lettura ambientale per il recupero*", in Rinaldi S., "*Percorsi di conoscenza del costruito*", Milano, BE-MA,1996;
- Bertagnin M., "*Bioedilizia: progettare e costruire in modo ecologicamente consapevole*", Padova, Edizioni G.B., 1996;
- Bigazzi D., Sala M., a cura di "*Capitolato: materiali e tecnologie ecocompatibili*", Firenze, Alinea;
- Caterina G., "*Tecnologia appropriata e progetto di recupero*", in V.Gangemi, "*Architettura e tecnologia appropriata*", Edizioni Angeli, 1985;
- Cellura M., "*Analisi del ciclo di vita e materiali edili*", in Faconti D. e Riardi S., a cura di, "*La qualità ambientale degli edifici*", Maggioli, Rimini, 1998;
- Delera A., "*Riqualificazione dell'antica area industriale della Ruhr*", in B. Bottero, "*Progettare e costruire nella complessità*";
- Gallo C., "*La qualità energetica e ambientale nell'architettura sostenibile*", Milano, il Sole Ventiquattrore, 2000;
- Garofolo I., a cura di, "*Sostenibilità nelle costruzioni: lo stato della ricerca nell'università italiana*", Monfalcone, EdicomEdizioni, 2003;
- Fitch J.M., "*La progettazione ambientale*", Franco Muzzio, Padova,1988;
- Longhi G., "*Linee guida per una progettazione sostenibile*" Roma, Officina edizioni, 2003;
- Lucchini A., "*Le coperture innovative*", Milano, il Sole Ventiquattrore, 2000;
- McHarg J.L., "*Progettare con la natura*", Muzzio, Padova,1989;
- Morfini L., a cura di,"*La qualità ambientale dei prodotti edilizi*", in "*La casa riciclabile*", Monfalcone, Edicom Edizioni, 1998;
- Novi F., a cura di,"*La riqualificazione sostenibile*", Firenze, Alinea, 1999;
- Obert I., "*Certificazione ed etichettatura dei prodotti edilizi*", in "*La casa riciclabile*", Monfalcone, Edicom Edizioni, 1998;
- Piardi S. et al., "*Costruire edifici sani: guida alla scelta dei prodotti*", Rimini, Maggioli, 1999;
- Sala M, a cura di, "*Recupero edilizio e bioclimatica*", Napoli, Sistemi Editoriali, 2001;
- Scandurra E., "*L'ambiente dell'uomo*", Etas Libri;
- Wolley T., Kimmins S., "*Green Guilding Handbook*", Volume 2, London, E & F Spon, 2000;
- Wolley T., Kimmins S., Harrison P., Harrison R., "*Green Guilding Handbook*", E & F Spon, London, 1997.

Normativa
- Norma UNI 8289, "*Edilizia - Esigenze dell'utenza finale - Classificazioni*";
- Norma UNI 8290, Parte I, "*Edilizia residenziale - Sistema tecnologico - Classificazione e terminologia*";
- Norma UNI 8290, Parte II, "*Edilizia residenziale - Sistema tecnologico - Analisi dei requisiti*";
- Norma ISO 14040 - "*Analisi del Ciclo di Vita*";
- Regolamento edilizio tipo regione Emilia-Romagna (L.R. 33/90) Delibera di Giunta Regionale n. 593 del 28/2/1995 modificata con: Delibera di Giunta Regionale n. 268 del 22 febbraio 2000 "*Aggiornamento dei Requisiti Cogenti (Allegato A) e della Parte Quinta, ai sensi comma 2, art. 2, L.R. 33/90*"; Delibera di Giunta Regionale n. 21 del 16 gennaio 2001 "*Requisiti volontari per le opere edilizie*";
- Direttiva CEE n.106/89 relativa al riavvicinamento delle disposizioni legislative degli Stati Membri concernente i prodotti da costruzione;
- D.M. n.413 del 2/08/1995, "*Regolamento recante norme per l'istituzione ed il funzionamento per l'Ecolabel e l'Ecoaudit*";
- Direttiva CEE n.880/1992 concernente un sistema

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

comunitario di assegnazione di un marchio di qualità ecologica;
- D.P.R. 246/1993, "*Regolamento di attuazione della normativa 89/106/ CEE relativa ai prodotti da costruzione*".

PARAGRAFO 5.7

- Accardo G., *Dati Geostatistici e patrimonio storico artistico*, in MondoGIS anno III - n°12, Roma, settembre 1998
- Arnese A., *Il GIS in Archeologia*, Laboratorio di Storia, Archeologia e Topografia della Scuola Normale di Pisa, Cortona, settembre 2002
- Azzari M., *GIS e tecnologie digitali per l'interpretazione e la comunicazione del paesaggio storico, artistico ed archeologico*, Dipartimento di Studi Storici e Geografici dell'Università di Firenze, Cortona, settembre 2002
- Biallo G., *Introduzione ai Sistemi Informativi Geografici*, Quaderni di MondoGIS, Roma, 2002
- Forte M., I *Sistemi Informativi Geografici in archeologia*, Quaderni di MondoGIS, Roma, 2002
- Giannetti D., Negri Arnoldi C., Accardo G., *Gestione ed avviamento del GIS Archeologico*, La Scuola di MondoGIS, Roma, 2003
- Lanari P., *AKIRA GIS Server*, CRIBeCu, Centro di Ricerche Informatiche per i Beni Culturali, Scuola Normale di Pisa, Cortona, settembre 2002
- AA.VV., *I Principi del Restauro per la Nuova Europa - La Carta Cracovia 2000*, in rete *(http://brezza.iuav.it/rinio/ eu-restauro/contenuti/ carta.htm).*
- Salonia P., *Patrimonio storico monumentale e tecnologie dell'informazione: il sistema ARKIS*, in rete (*http://www.arkis.it/Arkis.htm*)

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Capitolo 6

Il restauro digitale dei beni culturali architettonici

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

6. Il restauro digitale dei beni culturali architettonici.

6.1. Il metodo del restauro virtuale.

N. Milella

Introduzione.

Tradizionalmente il progetto di restauro si è sempre basato su un attenta analisi dell'oggetto da recuperare, al fine di definire sia la sua consistenza geometrica e morfologica che le tipologie ed il livello di degrado.

La definizione del progetto di restauro di un manufatto di interesse storico-artistico è una operazione che richiede notevole competenza trattandosi di una operazione che coinvolge diverse discipline, non sempre presenti nella stesso soggetto. In particolare, l'esecuzione del rilievo e la successiva rappresentazione grafica del manufatto, rappresenta un momento fondamentale da cui dipende buona parte della qualità del progetto.

Le tecniche di rappresentazione tradizionale "al tratto", tra cui si deve inserire anche la "fotogrammetria classica", sono ormai surclassate dall'introduzione in larga scala ed a costi tutto sommato contenuti, del digitale ed in particolare della fotogrammetria digitale.
Infatti il manufatto edilizio può essere rappresentato utilizzando la sua immagine fotografica, da cui mediante l'uso di software dedicati si possono ottenere elaborazioni in scala bi e tridimensionali.

Si comprende come sia facile rappresentare il manufatto in tutta la sua complessità sia metrica che morfologica. I materiali in opera ed il loro degrado sono rappresentati in modo diretto ed immediato, eliminando per sempre l'impiego di retini di più o meno facile leggibilità, utilizzati nelle rappresentazioni al tratto per evidenziare le diverse tipologie di degrado. Ma il passo successivo di tale procedura innovativa è la possibilità di simulare sull'immagine l'intervento di restauro, modificando tutto ciò che è rappresentato su di essa mediante l'utilizzo di programmi di fotoritocco.

In questo modo è possibile simulare sull'immagine la quasi totalità degli interventi di restauro "di tipo superficiale", dando vita così ad interventi virtuali che modificano solo l'immagine digitale del manufatto.

Pertanto le proposte progettuali sono valutabili direttamente offrendo al progettista, agli enti di controllo ed alle imprese uno strumento di facile ed immediata lettura.

Ne consegue che questa rappresentazione del progetto di restauro rivoluziona completamente l'attuale prassi e si propone come uno strumento totalmente innovativo.

Regole del restauro virtuale.

L'immagine digitale può essere modificata, duplicata, ripristinata ecc. lavorando nella massima libertà di azione, per cui i tentativi di intervento non solo possono essere diversi ma anche successivamente modificati.
Questa modalità di lavoro potrebbe far pensare che i principi e i vincoli del restauro stesso, reversibilità, compatibilità e minimo intervento, siano invalidati.
Si potrebbe contestare che la libertà di intervento sull'immagine toglie oggettività all'immagine stessa, sia mediante le possibili manipolazioni sia perchè favorirebbe la realizzazione di interventi ai limiti di quello che l'attuale pratica del restauro prevede, sfruttando il suo forte potere evoca-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

tivo.
In realtà le possibilità offerte dall'elaborazione digitale dell'immagine rappresentano senz'altro un vantaggio in quanto il restauro virtuale basato proprio su queste elaborazioni è solo uno strumento che, come tale, ha bisogno di essere regolato da precise metodiche per essere utilizzato nel modo migliore.

Se esaminiamo in dettaglio i principi su cui si basa il restauro virtuale si vedrà che essi non sono i nessun modo in conflitto con le metodiche del restauro, infatti esse permettono:

- La conservazione dell'autenticità' dell'opera, in quanto ogni modifica ed aggiunta è sempre riconoscibile e distinta dalla pre-esistenza proprio per la tecnica di rappresentazione utilizzata, che non sacrifica l'unità figurativa propria di ogni singola costruzione.

- Di evitare le imitazioni in stile, rispettando l'integrità dell'edificio ed i segni che la storia ha lasciato sull'edificio. Inoltre, nei casi in cui sia consentito, dalle dimensioni della zona da integrare e dalla necessità di colmare una lacuna, permette di calibrare e di definire la loro entità e di rispettare il principio del "minimo intervento" con l'utilizzo di qualsiasi tecnica, anche se poco invasiva e reversibile.

- Di evitare i tentativi di rinnovamento dell'opera, gli abbellimenti, gli ammodernamenti generalizzati e qualsiasi forma di "riconduzione al nuovo", di "ripristino" o di presunta "ricerca dello stato originario dell'opera".

- Di rispettare il principio della "reversibilità" degli interventi potendo lavorare liberamente per "aggiunte" e per "rimozioni". Ogni modifica è per sua natura totalmente reversibile.

La progettazione su cartografia digitale in ambiente 2D.

Oggetto degli interventi di restauro virtuale sono tutte le opere che riguardano la superficie del manufatto e che sono rappresentabili sull'immagine digitale.

Pertanto si sono prese in considerazione tutte le componenti orizzontali e verticali del manufatto edilizio costituenti il suo involucro e successivamente specificate le diverse tipologie di restauro virtuale che è possibile rappresentare sulla sua superficie.

STRUTTURE MURARIE

1. *integrazione di prospetti mediante ricostruzione di volumi mancanti;*
2. *ricostruzione, per integrazione e anastilosi digitale, di parti di prospetti crollate a causa di eventi naturali, atti bellici o attentati;*
3. *integrazione e ricollocamento in opera, per anastilosi digitale, degli elementi scultorei originali rimossi;*
4. *Chiusura di bucature aperte a forza nel paramento murario originale e riapertura di finestre tompagnate*
5. *verifica della compatibilità estetica con nuove soluzioni architettoniche e con nuovi materiali.*

DEGRADO SUPERFICIALE DELLE STRUTTURE MURARIE.

6. *Eliminazione delle forme di degrado biologico;*
7. *Eliminazione delle forme di degrado chimico-fisico;*
8. *Eliminazione dell'umidità ascendente e di risalita;*

PAVIMENTAZIONI.

9. *integrazione e restauro di pavimentazioni antiche (lastre, tassellati, mosaici, ecc.;*
10. *rimozione e rifacimento stilature di giunti;*
11. *pulitura ed eliminazione di forme di degrado;*
12. *verifica della compatibilità estetica con nuove pavimentazioni in ambienti storici.*

RIVESTIMENTI.

13. *demolizione di intonaci fatiscenti;*
14. *rifacimento di nuovi intonaci.*

INFISSI E COMPONENTI IN LEGNO.

15. *restauro e verniciatura di infissi;*
16. *rimozione di infissi degradati;*
17. *posa in opera di nuovi infissi.*

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

OPERE IN FERRO.

18. restauro di ringhiere e grate metalliche;
19. verniciatura di ringhiere e grate metalliche;
20. sostituzione di ringhiere e grate metalliche;
21. posa in opera di nuove di ringhiere e grate metalliche.

IL METODO.

La progettazione, come da prassi, parte dall'acquisizione del rilievo digitale, effettuato seguendo le norme illustrate nel secondo capitolo di questa pubblicazione.

Definite le scelte progettuali, sulla base dei dati conoscitivi raccolti e della destinazione d'uso del manufatto da recuperare, si passa alla progettazione vera e propria che viene eseguita mediante l'utilizzo di software commerciali di fotoritocco[1].

La metodologia di seguito specificata descrive la procedura adottata negli interventi di restauro virtuale dei casi di studio prescelti, che hanno riguardato in particolare le:

STRUTTURE MURARIE

1. Integrazione di prospetti mediante ricostruzione di volumi mancanti.

L'integrazione strutturale di paramenti murari può essere attuata utilizzando porzioni di muratura prelevate dalla superficie del manufatto utilizzando lo strumento "maschera". Il materiale selezionato potrà essere posto in opera conservando inalterate le caratteristiche morfologiche e cromatiche, dando vita in questo modo ad un intervento di tipo mimetico *(Fig. 1)*. Qualora si rendesse necessario la distinzione fra le parti antiche e quelle nuove, questa porzione di muratura potrà essere modificata utilizzando la serie dei comandi di regolazione dell'immagine, intervenendo sulla luminosità, il contrasto la gamma, la tonalità e gradazione del colore. Naturalmente occorrerà adattare la superficie selezionata alla lacuna da integrare eliminando le imperfezioni che si creeranno sui bordi della superficie.

Aprendo il gruppo "Strumenti Pennello" e utilizzando lo strumento "Clona" si potrà eseguire un duplicato dell'area della sorgente di clonazione, riproducendo la superficie necessaria a completare l'integrazione.

Rientra in questa tipologia di intervento anche la sostituzione di elementi lapidei con la tecnica dello scuci - cuci, intervento che in un cantiere di restauro non è infrequente a causa del degrado fisico-chimico di singoli conci o di porzioni limitate della superficie di prospetto.

L'inserimento di nuovi elementi lapidei crea spesso problemi di integrazione estetica rispetto ai materiali originali, il cui aspetto è il risultato sia di una tecnica di lavorazione differente da quella moderna sia del degrado a cui è stato sottoposto nel corso della sua vita.

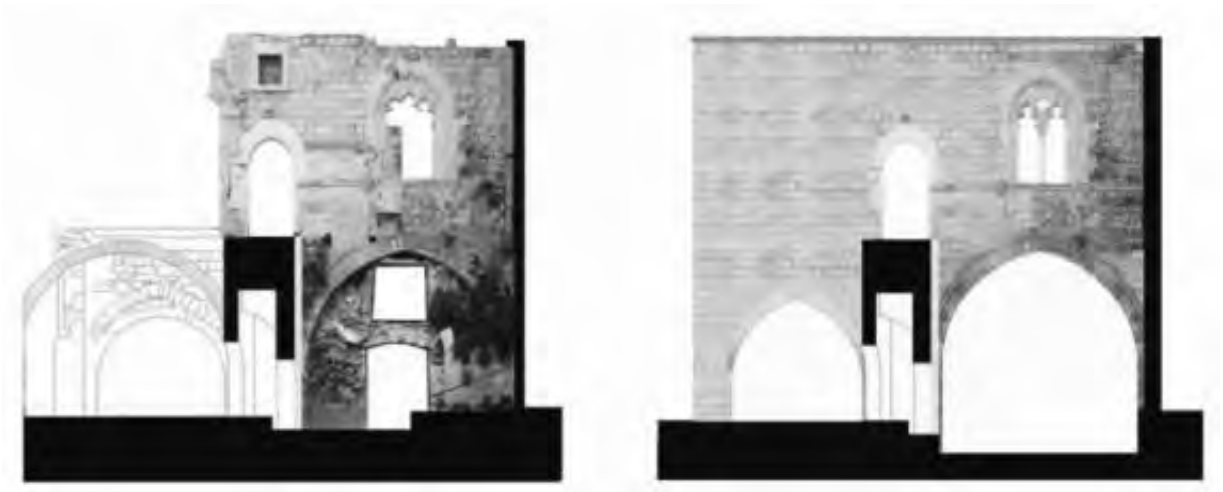


Fig. 1: Integrazione virtuale di paramenti murari.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

La sostituzione virtuale è certamente di valido supporto per verificare quale tipo di lavorazione superficiale si adatterà meglio nel contesto in cui verranno collocati i nuovi elementi lapidei.

2. *Ricostruzione per integrazione e anastilosi digitale di prospetti crollati a causa di eventi naturali, atti bellici o attentati;*

Nel caso di crollo del manufatto, la ricostruzione partirà dalla selezione del materiale originale superstite, raccolto a piè d'opera del manufatto.

Tutto il materiale lapideo dovrà essere accuratamente fotografato e misurato.

Le immagini scalate verranno organizzate in un data base in cui saranno suddivise in base alle caratteristiche geometriche ed alle qualità cromatiche, al fine di poter controllare il loro successivo ricollocamento in opera.

Fig. 2: Rilievo digitale integrato con un vettoriale di supporto per le fasi di ricomposizione.

La procedura dovrà essere guidata da un software capace di associare tra loro gli elementi lapidei conservati nel data-base considerando le dimensioni, la forma della superficie nei punti di frattura ed infine le qualità cromatiche.

In questo modo la ricostruzione si potrà attuare, anche in assenza di rilievi effettuati prima del crollo, con il massimo rigore possibile.

Tale procedura è stata recentemente sviluppata dai docenti e ricercatori del "*Department of Computer Science*" dell'Univerità Stanford, che ai progressi nella tecnologia dei "laser rangefinder" hanno coniugato lo sviluppo di nuovi algoritmi per combinare insieme immagini a colori e a range multiplo, permettendo di digitalizzare accuratamente la forma ed il colore degli oggetti fisici. Oggetto della sperimentazione sono i 1186 frammenti appartenenti alla "Forma Urbis Romae" realizzata all'inizio del 3° secolo D.C. e collocata in origine nel foro romano sulla fiancata del Tempio della Pace[2].

3. *Integrazione e ricollocamento in opera per anastilosi digitale degli elementi scultorei originali rimossi.*

Tale procedura si può utilizzare tutte le volte che sono a disposizione elementi architettonici rimossi dalla loro collocazione originaria.

Uno dei vantaggi principali delle procedure di anastilosi digitale è costituito dalla possibilità di maneggiare facilmente gli elementi lapidei, evitando ulteriori danneggiamenti e superando la difficoltà di movimentazione legate al peso, che spesso è considerevole.

Naturalmente, come già descritto in precedenza, gli elementi dovranno essere rilevati, o mediante scansione laser o semplice ripresa fotografica, al fine di realizzare un rilievo digitale bi-tridimensionale di ogni singolo elemento necessario allo studio della loro composizione geometrica, alla verifica degli accostamenti ed infine alla definizione delle eventuali integrazioni.

Il controllo dell'assemblaggio geometrico degli elementi architettonici richiede la realizzazione di un modello vettoriale dell'oggetto da ricomporre, da utilizzare come maschera guida nelle diverse fasi di ricomposizione *(Fig. 2)*.

L'integrazione delle parti mancanti avverrà utilizzando

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

lo strumento Clona, ricostituendo gli interstizi "*con tecnica chiaramente differenziabile a occhio nudo o con zone neutre, accordate a livello diverso dalle parti originarie, ...comunque mai integrando ex novo zone figurate e inserendo elementi determinanti per la figuratività dell'opera*"[3] *(Fig. 3 - Fig. 4a,b)*.

4. *Chiusura di bucature aperte a forza nel paramento murario originale e riapertura di finestre tompagnate.*

La ricomposizione formale di un prospetto, caratterizzato da pregevoli qualità estico - formali, può richiedere in alcuni casi il ripristino del rapporto originario tra vuoti e pieni.

L'edilizia civile e militare è quella in cui con maggiore frequenza si riscontrano danni, trasformazioni profonde e modifiche dell'assetto originario, a causa dell'uso improprio a cui sono stati destinati nel corso della loro vita.

Pertanto il progettista, definita la nuova destinazione d'uso da attribuire al manufatto, può ritenere necessario il recupero della sua unità formale e pertanto considerare inutile la conservazione di tali segni, a condizione che essi siano privi di qualsiasi valore storico artistico e non siano testimonianze significative della vita e della evoluzione del manufatto nella storia.

Pertanto l'intervento di restauro virtuale su un prospetto avrà come obiettivo la cancellazione di tutte le trasformazioni dell'assetto originario *(Fig. 5)*. Tale intervento può essere attuato utilizzando porzioni di muratura prelevate dalla superficie del manufatto, utilizzando lo strumento "maschera". Il materiale selezionato potrà essere posto in opera ("incolla") conservando inalterate le caratteristiche morfologiche e cromatiche.

La riapertura di bucature tompagnate richiederà la selezione dell'area interessata, con lo strumento "maschera," e la successiva eliminazione, con il comando "taglia", dell'elemento.

A completamento dell'intervento, si passerà alla fase di inserimento, all'interno del vano porta o finestra, di un nuovo infisso, selezionato e copiato da finestre o porte simili e di uguali dimensioni esistenti sul prospetto, previo accurato restauro ed integrazione delle parti fatiscenti *(Fig. 6)*.

5. *Verifica della compatibilità estetica sia di nuove soluzioni architettoniche sia di nuovi materiali.*

L'inserimento di nuovi materiali e/o soluzioni architettoniche costituisce, forse la maggiore difficoltà da affrontare sia da parte del tecnico che dell'ente valutatore.

La carta di Cracovia al punto 4 del capitolo "Scopi e Metodi" afferma "*Se necessario per un corretto utilizzo dell'edificio, il completamento di parti più estese con rilevanza spaziale o funzionale dovrà essere realizzato con un linguaggio conforme all'architettura contemporanea.*"

In riferimento all'utilizzo di nuovi materiali al punto 10 del capitolo "*Differenti tipi di patrimonio costruito*" afferma "*Il ruolo delle tecniche nell'ambito della conservazione e del restauro è strettamente legato alla ricerca scientifica interdisciplinare sugli specifici materiali e sulle specifiche tecnologie utilizzate nella costruzione, ripara-*

Fig. 3: Ricomposizione ed integrazione virtuale di elementi architettonici di una finestra.

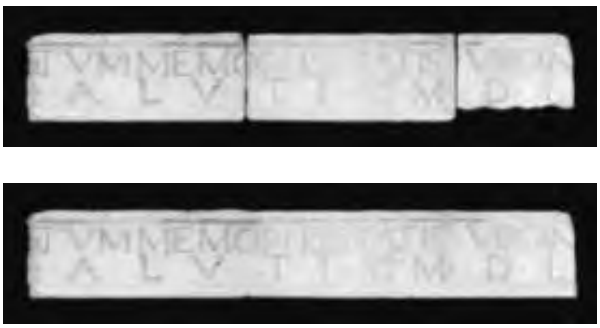


Fig. 4a,b: Ricomposizione ed integrazione virtuale di elementi architettonici.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

zione e restauro del patrimonio costruito. L'intervento scelto deve rispettare la funzione originale ed assicurare la compatibilità con i materiali, le strutture ed i valori architettonici esistenti. I nuovi materiali e le nuove tecnologie devono essere rigorosamente sperimentati, comparati e adeguati alle reali necessità conservative".

Dall'esame di questi due punti si coglie tutta la problematica legata all'adozione del linguaggio moderno negli interventi di completamento e l'utilizzo di nuovi materiali, non solo dal punto di vista estetico, ma soprattutto in relazione alla compatibilità con i materiali e le strutture esistenti.

La progettazione tradizionale, che affida al disegno o ad un modello tridimensionale questo tipo di valutazione, appare non completamente adeguata e poco interattiva nel comunicare i contenuti delle soluzioni adottate.

L'inserimento, all'interno di un modello bi-tridimensionale digitale delle soluzioni architettoniche adottate e dei materiali moderni, permette di vedere in anteprima la soluzione progettuale che si intende realizzare.

Pertanto occorrerà creare un modello digitale della nuova soluzione architettonica e/o dei nuovi materiali.

Il modello digitale, nei casi in cui è possibile, potrà essere acquisito anche mediante semplice scansione da cataloghi commerciali, o da un data base digitale di materiali portato in scala ed inserito nel suo contesto.

Questa procedure può valere per gli infissi, i manufatti metallici, i materiali di finitura, le colorazioni delle superfici ed alcuni tipi di impianti *(Fig. 7)*.

Fig. 5: Chiusura virtuale di bucature aperte a forza.

Fig. 6: Riapertura e ricomposizione virtuale di finestre tompagnate.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

DEGRADO SUPERFICIALE DELLE STRUTTURE MURARIE.

6-7-8 Eliminazione delle forme di: degrado biologico, degrado chimico-fisico, della umidità ascendente e di risalita;

L'origine del degrado dei materiali lapidei è di tipo sia antropico che naturale.

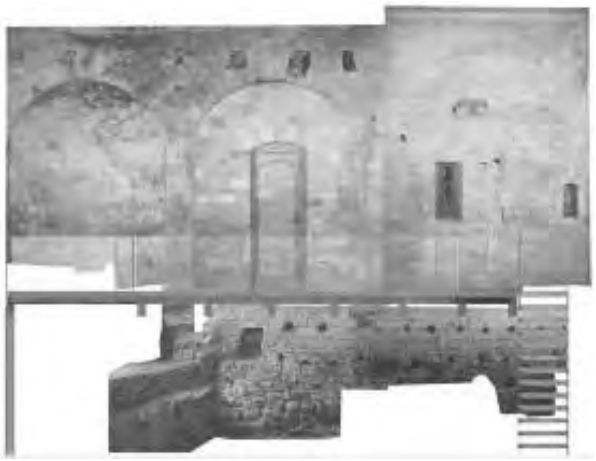


Fig. 7: Verifica virtuale di nuovi inserimenti architettonici per l'adeguamento funzionale.

IL DEGRADO ANTROPICO.

Per degrado antropico s'intende qualsiasi forma di alterazione e/o di modificazione dello stato di conservazione di un bene culturale e/o del contesto in cui esso è inserito quando questa azione è indotta dall'uso improprio.
Un caso ricorrente è rappresentato dalla presenza di tubazioni, canalizzazioni di impianti e reti, la collocazione impropria di elementi tecnologici , antenne televisive, scritte deturpanti, insegne, segnaletica applicate sui prospetti in modo da ledere gravemente l'estetica ed a volte l'integrità strutturale degli elementi decorativi.
L'intervento di risanamento virtuale, mediante l'utilizzo del comando "clona", permetterà la cancellazione di tutti i segni di degrado *(Fig. 8)*.

IL DEGRADO FISICO - CHIMICO - BIOLOGICO.

L'acqua è una delle principali cause di degrado dei materiali lapidei, le conseguenze della sua interazione meccanica e chimica sono rappresentate:

- dalla comparsa di *delaminazioni* sulla superficie;
- dal *dilavamento* nei confronti di sali solubili presenti in leganti aerei (calce e gesso);
- da *efflorescenze* provocate da sali solubili specialmente solfati che si depositano sulle superfici esterne.

Fig. 8: Pulizia virtuale di paramenti murari.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

- Da distacchi provocati per la pressione esercitata dalla presenza di subflorescenza all'interno dell'interfaccia intonaco-muratura.

In ambito urbano, tra le sostanze più pericolose per l'integrità delle pietre, ricordiamo gli *ossidi di zolfo , di azoto, i residui di combustione di benzine, nafte e carboni, le polveri silicatiche* e altri ossidi presenti nell'atmosfera. L'acqua svolge in questo caso una funzione fisica, di trasporto, e chimica tramite reazioni di solubilizzazione, facilitando, abbinata a queste sostanze, il fenomeno delle patine di alterazione e dei depositi nerastri che vanno sotto il nome di *croste nere*, considerate probabilmente i maggiori responsabili del degrado dei monumenti.

L'acqua può generalmente agevolare la migrazione di sali. Particolarmente negativa è la migrazione dello ione solfato che, reagendo con alluminati e silicati, forma nelle malte di calce idraulica composti potenzialmente distruttivi come l'ettringite e la thaumasite. L'ettringite presenta una struttura microcristallina altamente idratata che, in conseguenza del suo aumento di volume, crea tensioni distruttive con la matrice legante. La thaumasite non presenta sensibile aumento di volume, ma riduce fortemente la consistenza meccanica della struttura legante.
La risalita capillare dei sali è funzione di numerosi parametri fra cui l'altezza e la velocità di evaporazione.

I meccanismi di degrado biologico coinvolgono la formazione di alghe, licheni e funghi, favorita dalla presenza di elevati livelli di umidità, assumendo colorazioni dal verdastro al bruno. Di solito non si riscontra azione disgregante nei confronti di intonaci e strutture.

I segni del degrado chimico-fisico-biologico possono essere eliminati mediante una pulizia virtuale della superficie, il cui risultato finale dovrà corrispondere dal punto di vista cromatico alla realtà.

Pertanto è buona norma, nelle fasi di ripresa sovrapporre sulla superficie del prospetto una tabella di calibrazione del colore, da utilizzare nella fase di imput dati per la calibrazione del monitor ed in quella di output per la stampante.

Successivamente occorrerà individuare una porzione del paramento murario non soggetta a degrado, da utilizzare come riferimento cromatico per l'intervento di restauro e la pulizia del paramento murario. L'intervento di pulizia virtuale potrà essere esteso a tutta la superficie del manufatto, o a parti di esso isolando una zona mediante il comando "maschera" ed operando solo su questa porzione *(Figg. 9,10,11)*.

Eliminazione dell'umidità ascendente e di risalita;

Le diverse forme di umidità sono dovute alla presenza di acqua e/o di vapore acqueo all'interno di un corpo poroso, in genere causato da umidità, da risalita capillare, da condensazione e da perdite localizzate dovute alla rottura di impianti.

Fig. 9: Croste nere: restauro virtuale.

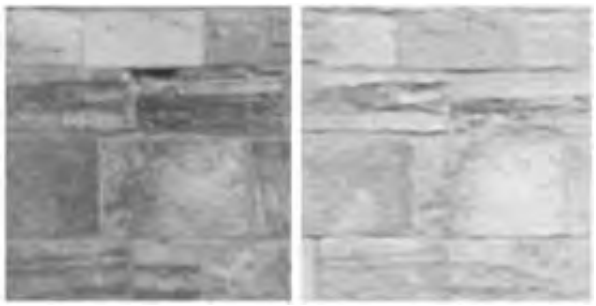


Fig. 10: Depositi di patina nerastra: restauro virtuale.

Fig. 11: Rigonfiamenti della superfici lapidea: restauro virtuale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

La presenza di umidità da risalita capillare è rilevabile dalla presenza di un bordo bianco costituito dalle efflorescenze (cristallizzazione di sali sulla superficie), che forma una traccia ondulata ad una certa altezza della parte basamentale.

Le tecniche di risanamento virtuale sono identiche a quelle descritte in precedenza per il degrado fisico-chimico-biologico.

RIVESTIMENTI

13-14 Demolizione di intonaci fatiscenti - rifacimento di nuovi intonaci.

Il restauro virtuale degli intonaci può essere effettuato integrando le zone degradate con zone non danneggiate del rivestimento mediante i comandi "copia" o "clona" *(Fig.12)*.

Nei casi in cui sia necessario sostituire integralmente l'intonaco, o l'edificio ne sia completamente privo, si preleverà il nuovo materiale dal catalogo digitale per poi applicarlo sulle zone di prospetto da risanare.

INFISSI E COMPONENTI IN LEGNO.

15-16-17 Restauro e verniciatura di infissi - sostituzione e posa in opera di nuovi infissi.

Il restauro virtuale dei manufatti in legno si può attuare mediante la sostituzione delle parti degradate con elementi integri. Questo può avvenire copiando o clonando parti intatte dell'infisso e sostituendole alle parti danneggiate *(Fig. 13)*. Nel caso in cui il livello di degrado sia tale da richiedere la sostituzione dell'infisso, occorrerà utilizzare un nuovo manufatto scelto all'interno di un catalogo digitale di infissi le cui caratteristiche estetiche siano adeguate al contesto in cui verrà inserito.

Il nuovo infisso potrà richiedere variazioni del colore e delle dimensioni, che si potranno realizzare utilizzando, per il colore il comando "regola", che modifica le sue caratteristiche cromatiche, mentre per le dimensioni occorrerà disegnare l'infisso ed importare il suo vettoriale, che sarà utilizzato come maschera di controllo per le necessarie modifiche dimensionali.

CATALOGHI DIGITALI DEI MATERIALI

Il catalogo digitale dei materiali è uno strumento insostituibile nel restauro virtuale, esso può essere costruito in

Fig. 12: Restauro virtuale di intonaci degradati.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

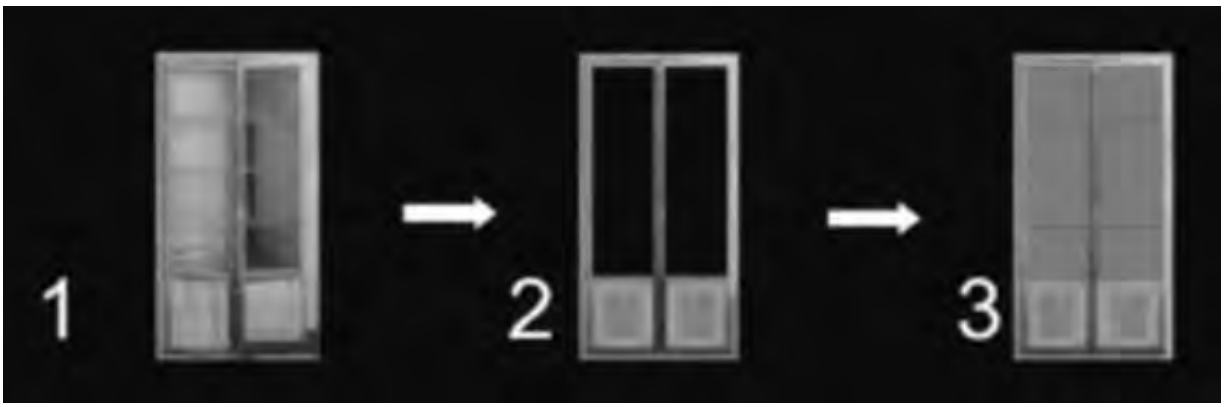


Fig. 13: Restauro ed integrazione virtuale di infissi lignei.

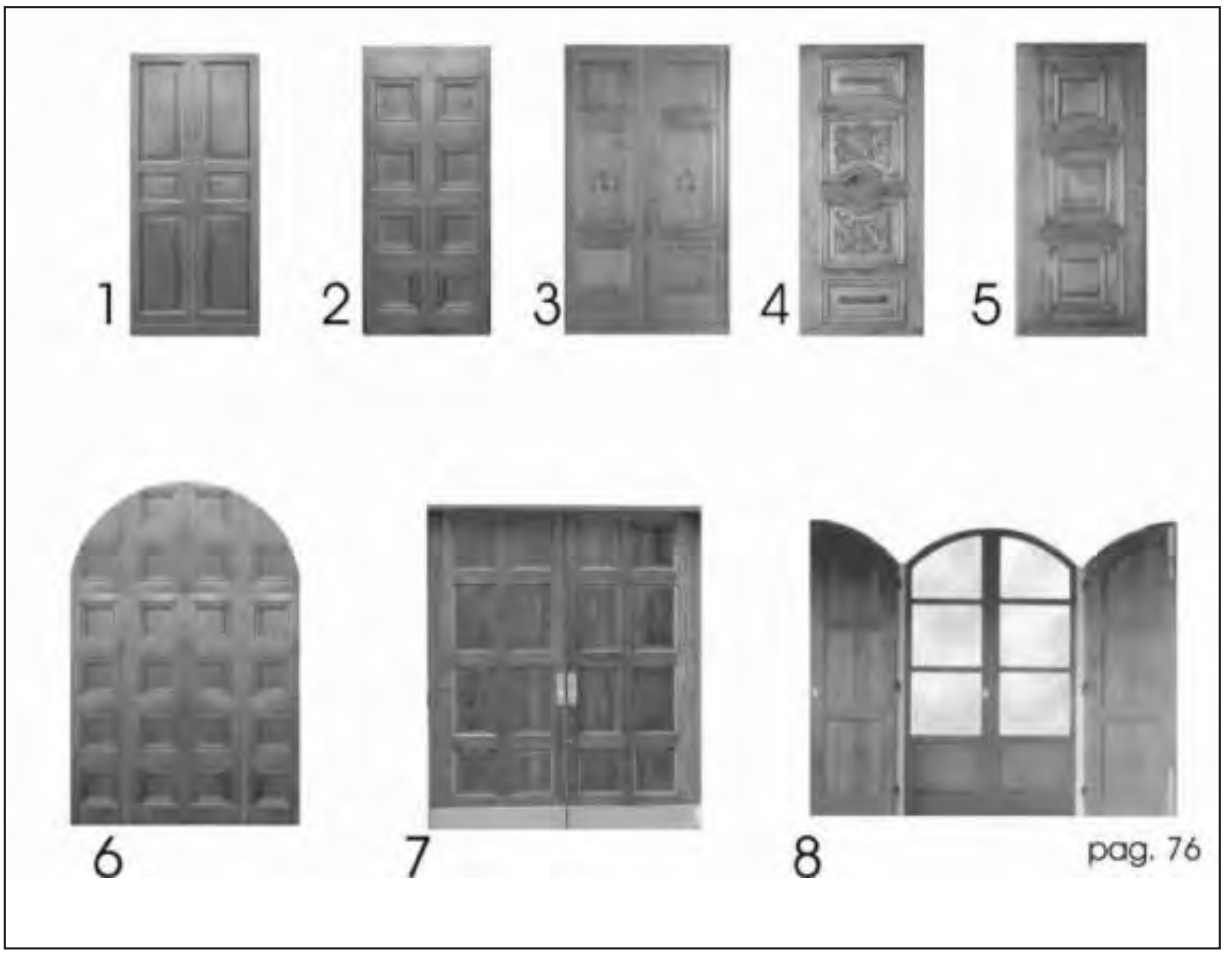


Fig. 14: Pagina di un catalogo digitale di infissi.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

due modi:

- direttamente da parte dei produttori che possono semplicemente mettere in rete i loro cataloghi dei materiali, in formato jpg, bmp o tiff, in sostituzione dei cataloghi in formato pdf , avendo cura di presentare l'immagine in vista frontale unitamente alle dimensioni generali: altezza, larghezze e profondità *(Fig. 14)*;
- come esito dell'attività di rilevamento digitale dei manufatti, riversando l'abaco degli elementi selezionati all'interno di un data base, suddiviso negli elementi costitutivi il manufatto edilizio.

CASI DI STUDIO.

Di seguito le schede sintetiche dei manufatti edilizi, scelti come casi di studio, selezionati in base al loro rilevante valore storico - architettonico e differenziati per tipologia edilizia, materiali costruttivi e livello di degrado.

Caso di studio n° 1		
manufatto	**Palazzo Sylos Vulpano**	
localizzazione	Centro storico di Bitonto(Bari)	
Anno di costruzione	1445	
Materiali	Pietra calcarea	
Tipologia degrado esaminata	• Crollo del 1° e 2° piano su vico Santa Lucia; • Dissesti strutturali delle murature portanti; • Forme di alterazione superficiale dei paramenti murari (patine biologiche e nerastre) • Degrado di infissi e strutture lignee	
Superficie esaminata	• Prospetto su Via S. Francesco	210 m^2
	• Prospetto su Via A. Planelli	380 m^2
	• Prospetto 1 su vico S. Lucia	228 m^2
	• Prospetto 2 su vico S. Lucia	75m^2
	• Prospetto 3 su vico S. Lucia	92 m^2
Intervento di restauro virtuale effettuato	• ricostruzione dei volumi crollati • Integrazione per anastilosi degli elementi scultorei originali • Eliminazione di forme di degrado superficiale • Sostituzione e/o restauro infissi	

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Caso di studio n° 2		
manufatto	**Palazzo Ducale**	
localizzazione	Centro storico di Giovinazzo (Bari)	
Anno di costruzione	1650	
Materiali	Pietra calcarea	
Tipologia degrado esaminata	• Crollo dei 2/3 del secondo piano • Dissesti strutturali delle murature portanti	
Superficie esaminata	• Prospetto esterno sud	885 m^2
	• Prospetto interno nord	980 m^2
	• Prospetto interno sud	320 m^2
	• Prospetto interno nord	350 m^2
	• Prospetto interno est	290 m^2
	• Prospetto interno ovest	310 m^2
Intervento di restauro virtuale effettuato	• pulitura dei paramenti murari e sostituzione di elementi lapidei degradati; • riapertura delle finestre tompagnate; • eliminazione delle bucature aperte a forza nel paramento murario originale; • ricostruzione delle strutture murarie crollate; • sostituzione e/o restauro degli infissi degradati; • integrazione e restauro degli intonaci degradati	

Caso di studio n° 3		
manufatto	**Torre di avvistamento costiera "Ofanto"**	
localizzazione	Barletta	
Anno di costruzione	1568	
Materiali	Tufo carparo	
Tipologia degrado esaminata	• Crollo di parte delle caditoie • Crollo e/o asportazione del rivestimento laterale	
Superficie esaminata	• Prospetto sud	120 m^2
	• Prospetto nord	120 m^2
	• Prospetto est	120 m^2
Intervento di restauro virtuale effettuato	• Integrazione dei paramenti murari • ricostruzione delle caditoie	

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Caso di studio n° 4		
manufatto	**Castello svevo angioino**	
localizzazione	Centro storico di Bisceglie (Bari)	
Anno di costruzione	1050 – 1280	
Materiali	Pietra calcarea	
Tipologia degrado esaminata	• Crollo e/o demolizione del paramento murario esterno del palatium angioino • Forme di alterazione superficiale dei paramenti murari (patine biologiche e nerastre) • Lacune causate dalla asportazione e/o demolizione di elementi decorativi (cornici di gronda, archetti , paramenti murari, ecc)	
Superficie esaminata	• Prospetto palatium angioino	250 m^2
	• Prospetto chiesa di San Giovanni in castrum	125 m^2
Intervento di restauro virtuale effettuato	• Integrazione dei paramenti murari e dell'apparato decorativo della chiesa di S. Giovanni in castrum; • Ricostruzione parziale del prospetto esterno del palatium angioino • verifica dell'inserimento di nuove strutture	

Caso di studio n° 5		
manufatto	**Santuario di S. Maria dei Miracoli**	
localizzazione	Periferia di Andria (Bari)	
Anno di costruzione	1576	
Materiali	Pietra calcarea	
Tipologia degrado esaminata	• Lacune causate dalla asportazione e/o demolizione di elementi decorativi	
Superficie esaminata	• Prospetto cripta inferiore	300 m^2
Intervento di restauro virtuale effettuato	• Ricostruzione parziale del prospetto; • Ricollocazione in opera, mediante anastilosi, di elementi architettonici originali	

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Caso di studio n°6	
manufatto	**Isolato su strada Ruggero il Normanno**
localizzazione	Centro storico di Bari
Anno di costruzione	XII – XVIII secolo
Materiali	Pietra calcarea/tufo carparo
Tipologia degrado esaminata	• Forme di alterazione superficiale dei paramenti murari (patine biologiche, patine nerastre); scialbature; • Degrado ed alterazione superficiale degli intonaci; • Degrado di infissi e strutture lignee • Danni derivanti dalla posa in opera di reti elettriche, telefoniche, gas.
Superficie esaminata	• Prospetto su strada Ruggero il normanno — 1400 m^2
Intervento di restauro virtuale effettuato	• Eliminazione di forme di degrado superficiale; • Integrazione e risanamento intonaci degradati; • Sostituzione e/o restauro di infissi • Spostamento di reti elettriche, telefoniche e gas.

Caso di studio n° 7		
manufatto	**Porta "Montanara"**	
localizzazione	Centro storico di Imola	
Anno di costruzione	XIII secolo	
Materiali	Mattoni laterizi	
Tipologia degrado esaminata	• Forme di alterazione superficiale dei paramenti murari (patine biologiche e nerastre) • Crollo parziale delle merlature di coronamento	
Superficie esaminata	• Prospetto est	65 m^2
	• Prospett nord	65 m^2
	• Prospetto est	65 m^2
	• Prospetto sud	65 m^2
Intervento di restauro virtuale effettuato	• Integrazione delle merlature di coronamento • Eliminazione delle forme di alterazione superficiale delle murature	

NOTE

[1] Il programma utilizzato è il Corel Photopaint 10 a cui si farà riferimento per comandi utilizzati per le operazioni di restauro virtuale.

[2] "Stanford Digital Forma Urbis Romae Project" in http://formaurbis.stanford.edu.

[3] Carta Italiana del Restauro, art 6 comma 3, 1972.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

6.2. La progettazione su immagini digitali: il caso del palazzo Sylos Vulpano.

N. Milella

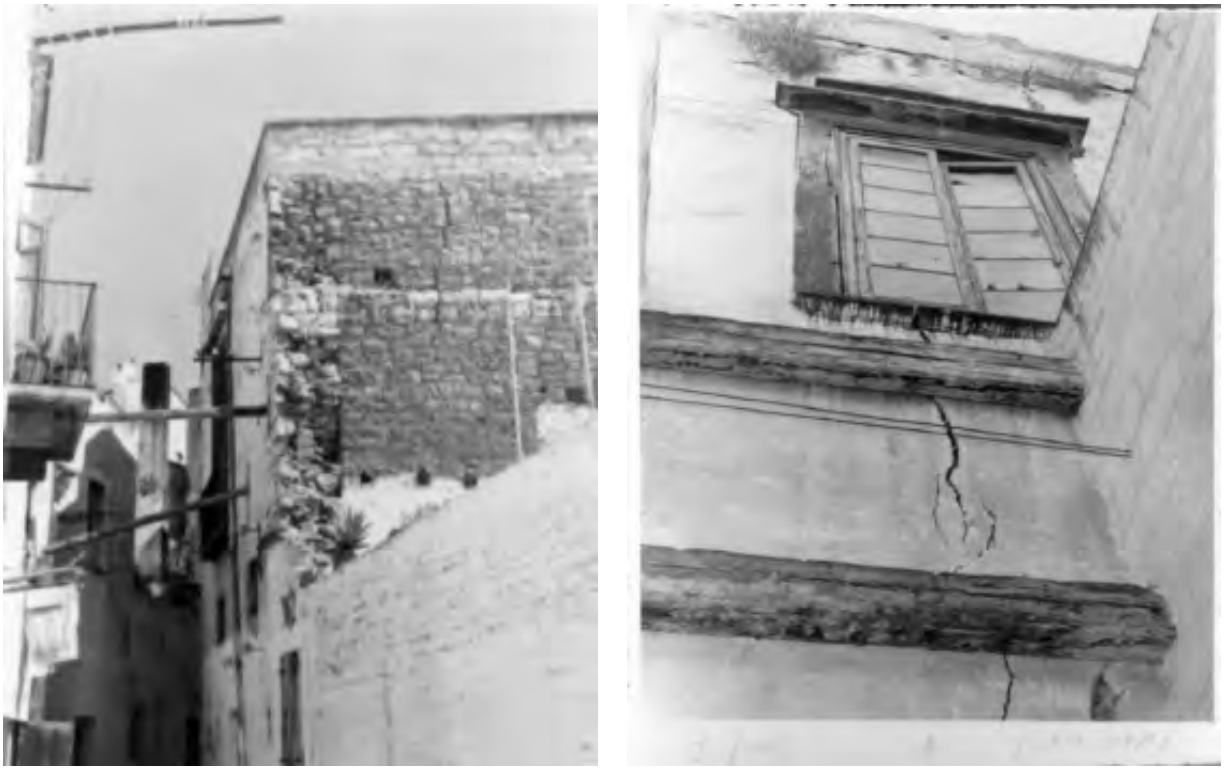
Dissesti e restauri.

Il Palazzo Sylos Vulpano, costruito nel XV secolo, è il risultato di trasformazioni ed aggiunte che si sono susseguite nel corso della sua lunga vita[1] e che ne hanno determinato l'assetto attuale.

L'abbandono e l'assenza di manutenzione fanno si che nel corso degli anni '50 sia interessato da gravi dissesti *(Figg. 1,2)* che si concentrano soprattutto sull'ala nord-ovest e che sono causa dei cedimento e della rotazione della facciata laterale situata su Vico Santa Lucia. Le foto dell'epoca mostrano infatti la presenza di profonde lesioni longitudinali ed il conseguente distacco del paramento murario di prospetto dai setti murari disposti ortogonalmente.

Nel 1958 il Comune di Bitonto, a causa dell'aggravarsi delle condizioni di dissesto statico, ordina la demolizione delle parti pericolanti, che per fortuna viene eseguita preservando almeno gli architravi, gli stipiti e le cornici di finestre e balconi. Tali elementi sono tutt'ora presenti all'interno dell'edificio seppur in uno stato di precaria conservazione.

Interventi di restauro sono effettuati nel 1961 su progetto dagli Ing. G. Lovascio e R. Lauta finalizzati principalmente al consolidamento dei piani superiori mediante il ripristino dei solai rinforzati con cordoli in conglomerato



Figg. 1,2: Vico Santa Lucia: segni di dissesti statici sulle strutture murarie.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

cementizio armato, al restauro degli intonaci oltre a vari interventi di manutenzione. Il progetto portò alla sostituzione del pavimento dell'androne monumentale, alla rimozione degli stucchi che deturpavano gli stipiti, i capitelli, le colonne e le volte; al ripristino dei solai dei piani superiori mediante solai rinforzati con cordoli in conglomerato cementizio armato.
Era previsto anche un intervento di rimozione dei balconi di facciata per ripristinarne l'aspetto originario che fortunosamente non fu eseguito.

Interventi di manutenzione straordinaria si susseguono nel 1990 consistenti nella demolizione di parti pericolanti di fabbricato, rinforzi di murature e sistemazioni di intonaci.

Fig. 3: Tavola tematica del degrado superficiale dei materiali lapidei.

Fig. 4: Tavola tematica del degrado superficiale dei materiali di finitura.

Nel 2000 è stato avviato, da parte dell'attuale proprietario, un intervento di restauro conservativo dell'intero immobile.

Stato di conservazione dei prospetti[2].

Lo studio dello stato di conservazione dei paramenti murari di Palazzo Sylos Vulpano è stato limitato ad alcuni prospetti in quanto caratterizzati dalle medesime tipologie di degrado superficiale e di dissesto statico.
In particolare i materiali di finitura sono caratterizzati dalla presenza di esfoliazioni, lacune e macchie di percolazione *(Fig. 3)*, mentre i materiali lapidei sono caratterizzati da estesi fenomeni di umidità di risalita concentrati per tutta la lunghezza del basamento, mentre per la parte restante delle murature in elevazione vi sono segni evidenti di percolazioni concentrate in corrispondenza dei cornicioni, del marcapiano e dei balconi, oltre a depositi, alveolizzazioni, e croste nere diffuse su tutta la superficie *(Fig. 4)*.

I prospetti su Vico Santa Lucia sono interessati, come già descritto, da crolli e demolizioni che hanno gravemen-

Figg. 5a: Veduta dell'ala nord-ovest su Vico Santa Lucia interessate dai dissesti degli anni '50

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Figg. 5b,5c: Vedute dell'ala nord-ovest su Vico Santa Lucia interessate dai dissesti degli anni '50

te danneggiato l'integrità statica e quella estetica dell'intero edificio *(Fig. 5a,5b,5c)*.

Il progetto di restauro virtuale.

La definizione degli interventi di restauro dei prospetti non ha potuto pertanto esimersi dal prendere in considerazione, oltre alla necessità di prevedere interventi di restauro conservativo, mediante l'eliminazione dei fenomeni di degrado superficiale descritti, anche il recupero dei volumi originari.

La possibilità di poter disporre di gran parte degli elementi decorativi dei prospetti di Vico Santa Lucia, conservati all'interno dell'edificio, ha permesso di ipotizzare e proporre la ricostruzione dei volumi originari.

La fase iniziale del lavoro è consistita, come di prassi, nella individuazione della documentazione d'archivio esistente, che ha permesso di reperire presso la Soprintendenza copia dei rilievi dell'edificio, eseguiti nel marzo1980, oltre alla relativa documentazione fotografica d'epoca.

Successivamente si è proceduto al rilievo fotogrammetrico di tutti gli elementi architettonici superstiti, del tutto analoghi - per caratteristiche formali - a quelli presenti sul prospetto principale di Strada San Francesco: stipiti ed architravi di porte, finestre, cornicioni e cornici marcapiano.

Tali elementi sono stati sottoposti a fotoraddrizzamento, successivamente accostati ed integrati nelle parti danneggiate, mediante l'utilizzo di software di fotoritocco, ed infine vettorializzati *(Fig. 6)*.

Fig. 6: Frammenti raddrizzati e scalati integrati mediante procedure di restauro vituale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Figg. 7a,7b: La zona di prospetto su Vico San Luca prima del crollo e la stessa imagine sottoposta a fotoraddrizzamento.

Per le parti crollate si è utilizzata, anche la documentazione fotografica di archivio, che previa digitalizzazione è stata sottoposta a fotoraddrizzamento utilizzando le misure ricavate sia dal rilievo digitale del prospetto che degli elementi architettonici superstiti *(Fig. 7a,7b)*.

Tutta la documentazione raccolta o eseguita ex novo è stata utilizzata per elaborare un documento di lavoro intermedio costituito da un elaborato grafico composto dal rilievo digitale del prospetto integrato da un vettoriale delle parti crollate e/o demolite *(Fig. 8)*, utilizzato per controllare e successivamente verificare, dal punto di vista metrico, il corretto inserimento degli elementi architettonici e dei paramenti murari.

Il risultato finale è costituito da tavole di rilievo e progetto che riassumono il procedimento descritto.

Le tavole progettuali contengono il rilievo digitale/vettoriale del prospetto, un abaco contenente tutti gli elementi

Fig. 8: Il rilievo digitale del prospetto su Vico San Luca integrato con il vettoriale della zona crollata.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 9: Progetto di ricostruzione.

Fig. 10: Progetto di ricostruzione virtuale del prospetto su Vico Santa Lucia.

architettonici da utilizzare per la ricostruzione del prospetto, insieme alla descrizione e visualizzazione delle fasi procedurali relative al restauro conservativo dei singoli elementi architettonici, alla loro integrazione strutturale e relativa posa in opera *(Figg. 9,10)*.

L'ultimo elaborato di progetto presenta il risultato finale della ricostruzione virtuale del prospetto *(Fig. 11)*. Tutti gli elaborati generali sono stati rappresentati in scala 1:50, mentre in scala 1:20 quelli relativi agli elementi architettonici *(Figg. 12 a,b,c,d,e,f)*.

A completamento del progetto di ricostruzione è stato elaborato un modello tridimensionale dell'edificio che permette un'ulteriore verifica degli interventi progettati *(Figg. 13 a,b,c,d)*.

Per il risanamento conservativo dei prospetti è stato simulato un intervento di pulizia dei paramenti murari del prospetto principale.

L'intervento è stato preceduto dalla individuazione di una porzione del paramento murario non soggetta a degrado, da utilizzare come riferimento cromatico per l'intervento di restauro e pulizia del paramento murario.

L'intervento vero è proprio è stato realizzato, utilizzando un software commerciale di fotoritocco, solo su una zona campione del prospetto caratterizzata dalla presenza

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 11: Rilievo digitale e progetto.

delle principali forme di degrado.
La superficie da trattare è stata evidenziata con un rigo di contorno utilizzando una metodologia analoga a quella che si adotta per il restauro delle tele e degli affreschi.
La simulazione dell'effetto finale di pulitura ed eliminazione delle forme di degrado presenti *(Figg. 14,15)* per le caratteristiche di generalità contenute nel metodo di lavoro utilizzato è estensibile a tutte le superfici dell'edificio e di conseguenza alle diverse tipologie edilizie esistenti all'interno dei centri storici.

NOTE

[1] Cfr A.Macino, V. Castagnolo, par 1.3.3. "Cronologia".
[2] La descrizione dello stato di degrado risale all'anno 2001, data di inizio della ricerca MIUR.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

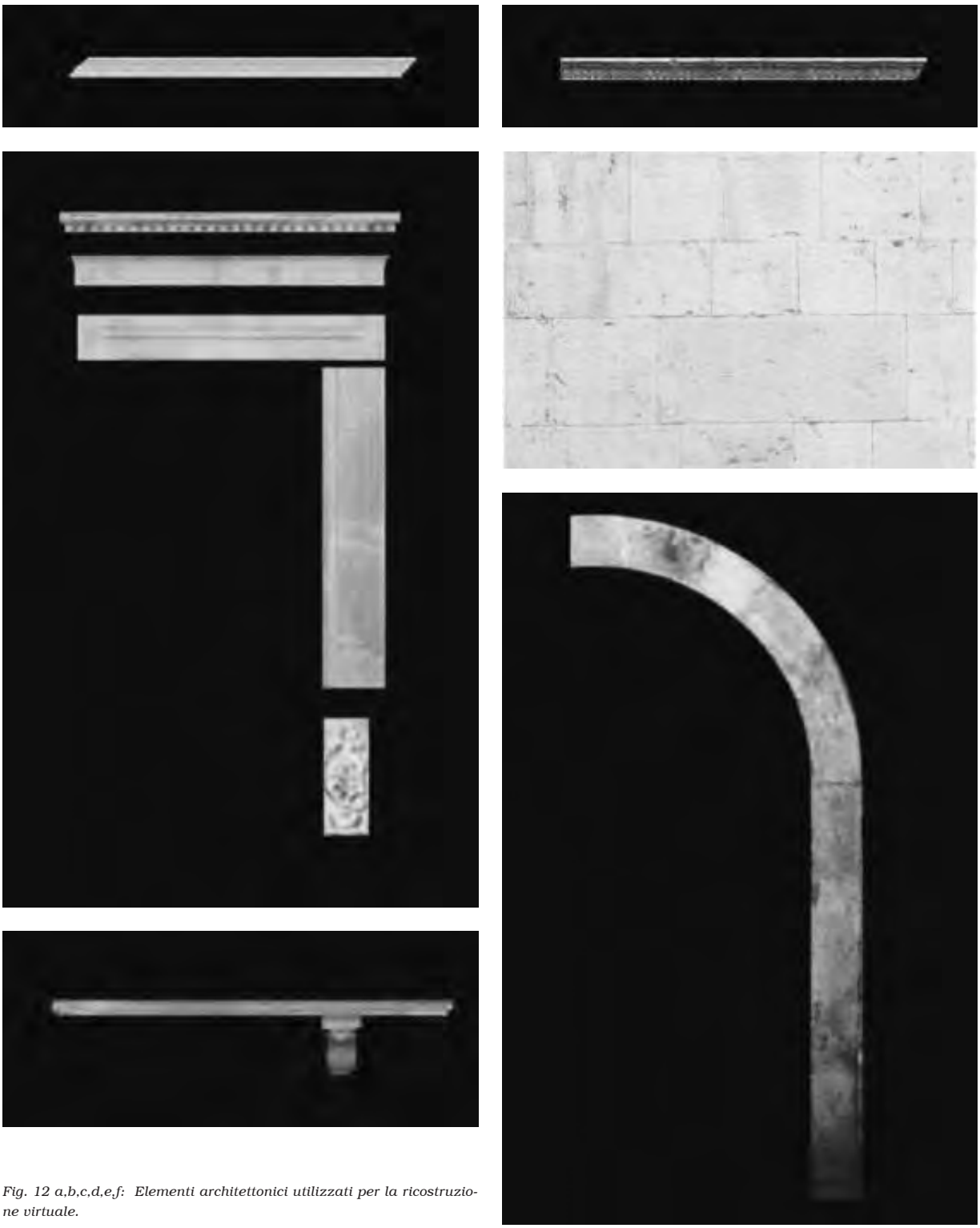


Fig. 12 a,b,c,d,e,f: Elementi architettonici utilizzati per la ricostruzione virtuale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

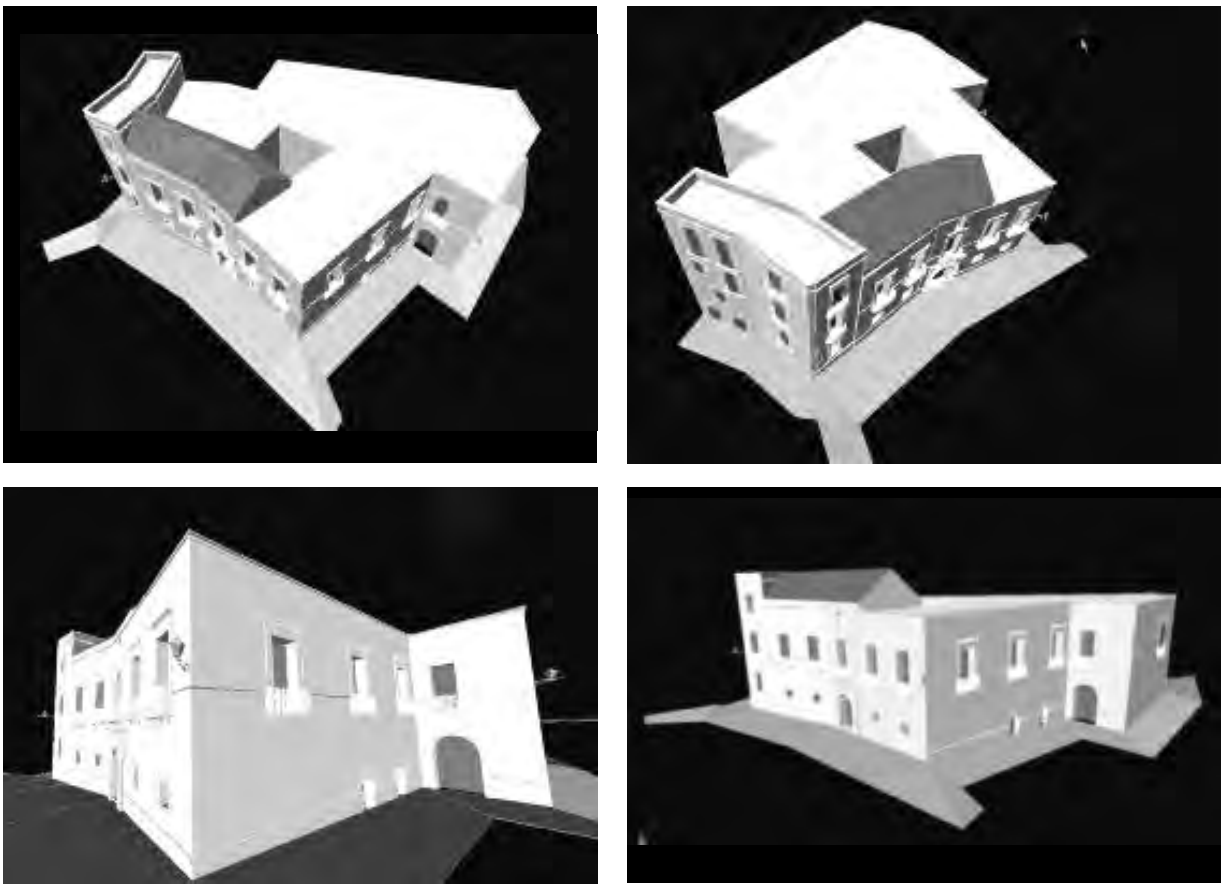


Fig. 13 a,b,c,d: Modello 3D di Palazzo Sylos - Vulpano restaurato.

Fig. 14: Individuazione dell'area di prospetto da sottoporre a restauro.

Fig. 15: Intervento di eliminazione virtuale delle forme di degrado superficiale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

6.3. L'integrazione digitale delle cortine esterne ed interne del Palazzo Ducale a Giovinazzo.

N. Milella, M. Zonno

Stato di conservazione.

Il cattivo stato di conservazione di Palazzo Ducale è la conseguenza del suo parziale abbandono e dell'assenza prolungata di interventi di manutenzione straordinaria.
Tutto ciò ha determinato nel tempo il progressivo aggravarsi di una serie di dissesti statici che hanno da determinato il crollo della copertura e del prospetto dell'ala nord-est[1].

Altri danni sono derivati dalla parcellizzazione della proprietà, che di fatto ha determinato la distruzione della struttura unitaria dell'edificio con la modifica sia dei collegamenti verticali sia della distribuzione interna.
La variazione d'uso degli ambienti e la creazione di nuove unità abitative ha richiesto pesanti adeguamenti funzionali della struttura portante, la modifica formale delle finestre, l'apertura a forza di nuove porte.
Tali trasformazioni, nel loro insieme hanno determinato la perdita complessiva di unità formale dei prospetti.

Il progetto di restauro dei prospetti.

Il progetto di recupero dell'edificio ha preso in considerazione i prospetti sud e nord, e quelli prospicienti la corte interna.
Per definire le modalità di intervento si è dovuto tener conto:

- delle caratteristiche formali dell'edificio, tra i più grandi e importanti del centro storico di Giovinazzo, che, insieme alla vicina cattedrale romanica, lo ergono a punto di riferimento nodale dell'intero tessuto urbano;
- della posizione, situata direttamente sul mare, a filo della linea delle antiche fortificazioni;
- dell'alta qualità tecnologica delle apparecchiature murarie e dell'apparato decorativo;
- della presenza di edifici coevi situati sul fronte sud e sul fianco est che hanno conservato quasi inalterate le caratteristiche formali originarie;
- del valore complessivo dello spazio urbano circostante, che seppur degradato, costituisce un valore unitario da conservare e preservare.

Per questo si è deciso di simulare, per i prospetti del Palazzo Ducale, un intervento di ricomposizione dei paramenti murari, mediante l'utilizzo di materiali tradizionali, che preveda l'esecuzione delle seguenti opere:

1. pulitura dei paramenti murari e sostituzione di elementi lapidei degradati;
2. riapertura delle finestre tompagnate;
3. eliminazione delle bucature aperte a forza nel paramento murario originale;
4. ricostruzione delle strutture murarie crollate;
5. sostituzione e/o restauro degli infissi degradati;
6. integrazione e restauro degli intonaci degradati;
7. eliminazione umidità di risalita.

Interventi di restauro virtuale dei prospetti.

L'esecuzione degli interventi è stata suddivisa in fasi successive: inizialmente si è provveduto alla pulitura del paramento murario con la rimozione degli elementi estranei all'edificio (piante infestanti e parti di impianti idrici ed elettrici) e l'eliminazione delle macchie di umidità; la seconda fase ha riguardato il ripristino della muratura danneggiata e la riapertura delle bucature tompagnate.
La terza fase, la più rilevante. ha riguardato la ricostruzione delle parti crollate del secondo piano dell'edificio.
L'integrazione virtuale dei prospetti si è basata, dal punto di vista metodologico, sull'individuazione degli elementi architettonici, partiti murari e quant'altro necessario all'esecuzione delle opere di restauro/reintegrazione.
Gli elementi selezionati, isolati dal loro contesto, opportunamente scalati e raddrizzati, corretti nelle tonalità di luce e nel colore, hanno formato l'archivio di immagini. Tali elementi sono stati prelevati ed utilizzati per realizzare gli

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

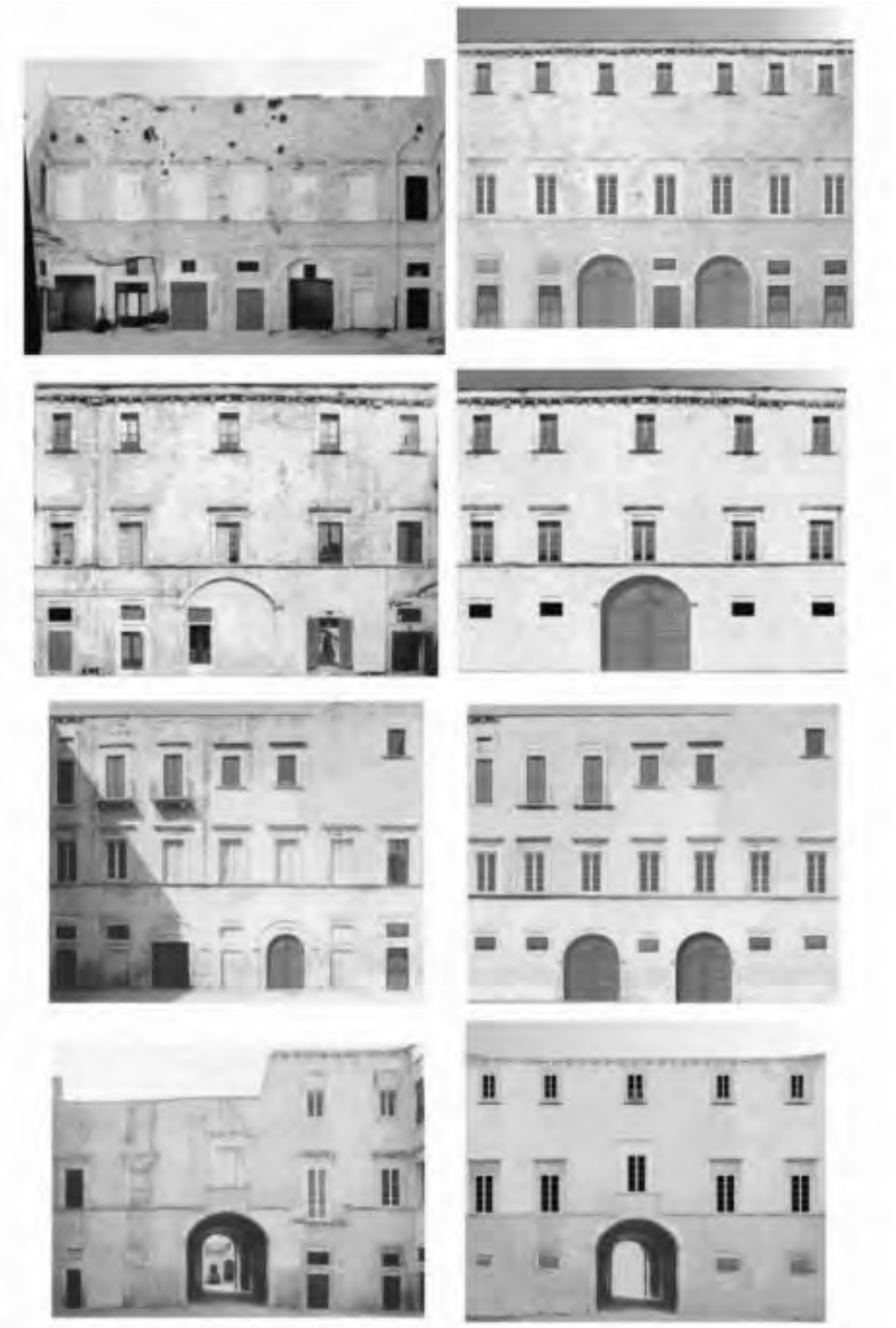


Fig. 1: Rilievo e restauro digitale dei prospetti della corte interna.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

interventi di restauro virtuale progettati.
In alcuni casi, dove il progetto di restauro lo prevedeva, è stata ipotizzata la soprelevazione di un ulteriore piano ricostruendo attraverso le immagini fotografiche il prospetto originario.
Nella figura 1 viene mostrato lo stato attuale dei quattro prospetti della corte interna e la rispettiva ipotesi di restauro, effettuata, in mancanza di elementi storici, mediante la lettura filologica dell'edificio.
Per il prospetto Sud, prospiciente Piazza Duomo, l'intervento realizzato ha permesso sia la ricostruzione della zona crollata che la chiusura delle porte al piano terra create mediante apertura a forza nel paramento originario.
La ricomposizione del prospetto è stata resa possibile, deducendo le caratteristiche formali dagli elementi superstiti in situ e dalla loro modularità *(Figg. 2,3)*.

Le figure 4-5-6-7 mostrano l' elaborazione degli elementi architettonici estrapolati dal prospetto originale, secondo la procedura già descritta in precedenza.
Nelle figure 8-9, che seguono, vengono presentate il rilievo e le ricostruzioni vettoriali del prospetto principale sud prospiciente Piazza Duomo.
La stessa metodologia utilizzata per i prospetti precedenti è stata applicata al prospetto Nord (lato verso il mare).
Nelle figure seguenti sono illustrate le fasi di elaborazione dell'intero prospetto con la ricostruzione della zona crollata del secondo piano *(Figg. 10,11)*

Fig. 2: Rilievo digitale del prospetto sud: in evidenza le aree di intervento.

Fig. 3: Restauro virtuale del prospetto sud.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Il modello 3D del palazzo restaurato.

Il modello tridimensionale del Palazzo Ducale è stato realizzato, diversamente da come generalmente accade, non partendo dal rilievo dell'edificio, ma dalle immagini fotografiche del restauro digitale effettuato.
Dopo aver elaborato, nelle fasi precedenti, le immagini dei prospetti e averne accertato la correttezza metrica, è stato possibile vettorializzare direttamente le immagini fotografiche evitando, in questo modo, la costruzione ex novo dell'intero modello.
Vista la complessità e la grandezza dell'edificio, per rendere il file più gestibile, gli elementi di ogni singolo prospetto sono stati scomposti; il prospetto semplificato, comprendente soltanto le bucature, è stato separato dai suoi particolari architettonici che sono stati estrusi in autocad e salvati come file distinti *(Figg. 12,13)*.
La fase più interessante e innovativa ha riguardato l'applicazione delle texture dei materiali.
Per ogni singolo prospetto è stata utilizzata l'immagine fotografica ricavata dalle operazioni di restauro virtuale, questa è stata successivamente trasformata in texture e applicata al modello tridimensionale.
Questa operazione permette sia di poter visualizzare l'edificio con tutte le sue caratteristiche cromatiche, materiali e i particolari architettonici, sia le trasformazioni, i restauri e le integrazioni progettate, consentendo un controllo puntuale e reale in ogni fase di intervento.
Le figure che seguono mostrano la procedura seguita, applicata in particolare al prospetto principale sud *(Fig. 14)* e la realizzazione del modello tridimensionale finale *(Fig. 15,16)*.

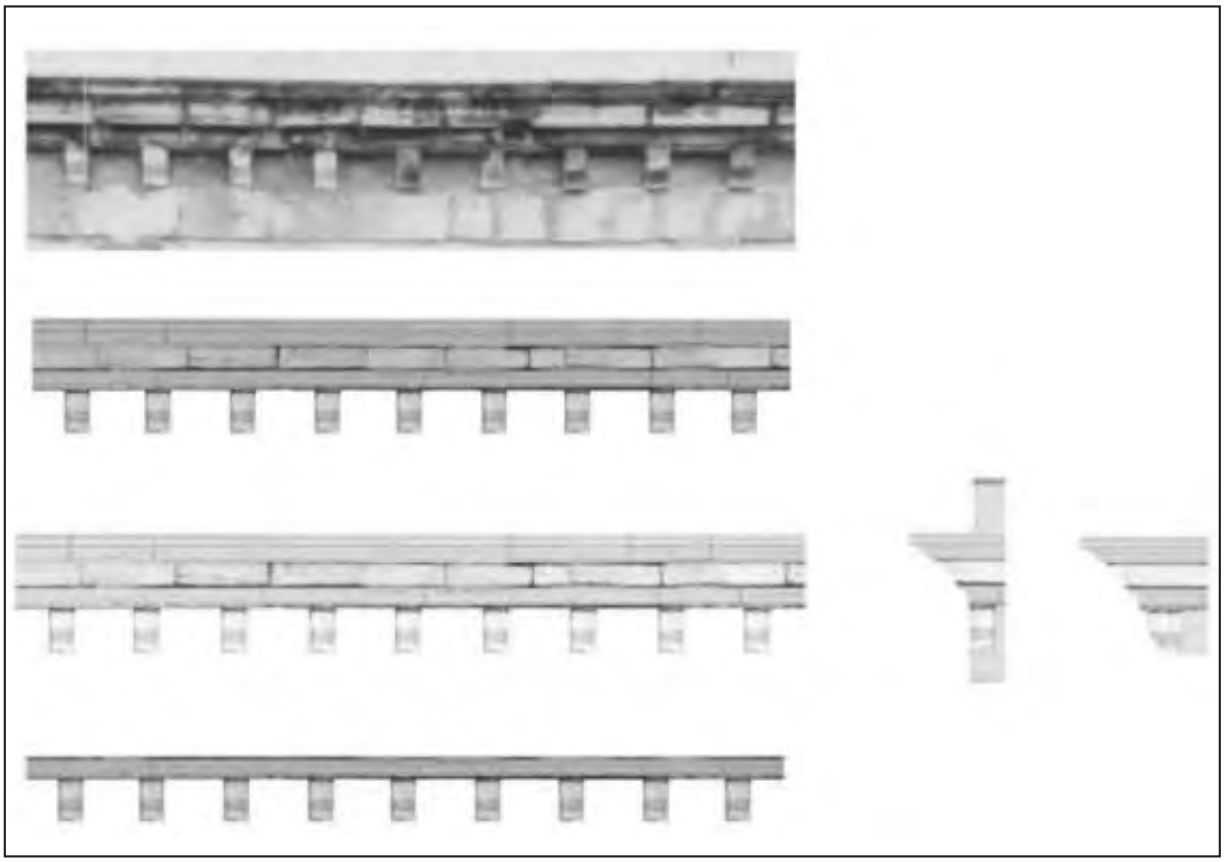


Fig. 4: Elementi del cornicione utilizzati negli interventi di ricostruzione.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 5: Finestra soprastante ingresso principale del prospetto sud.

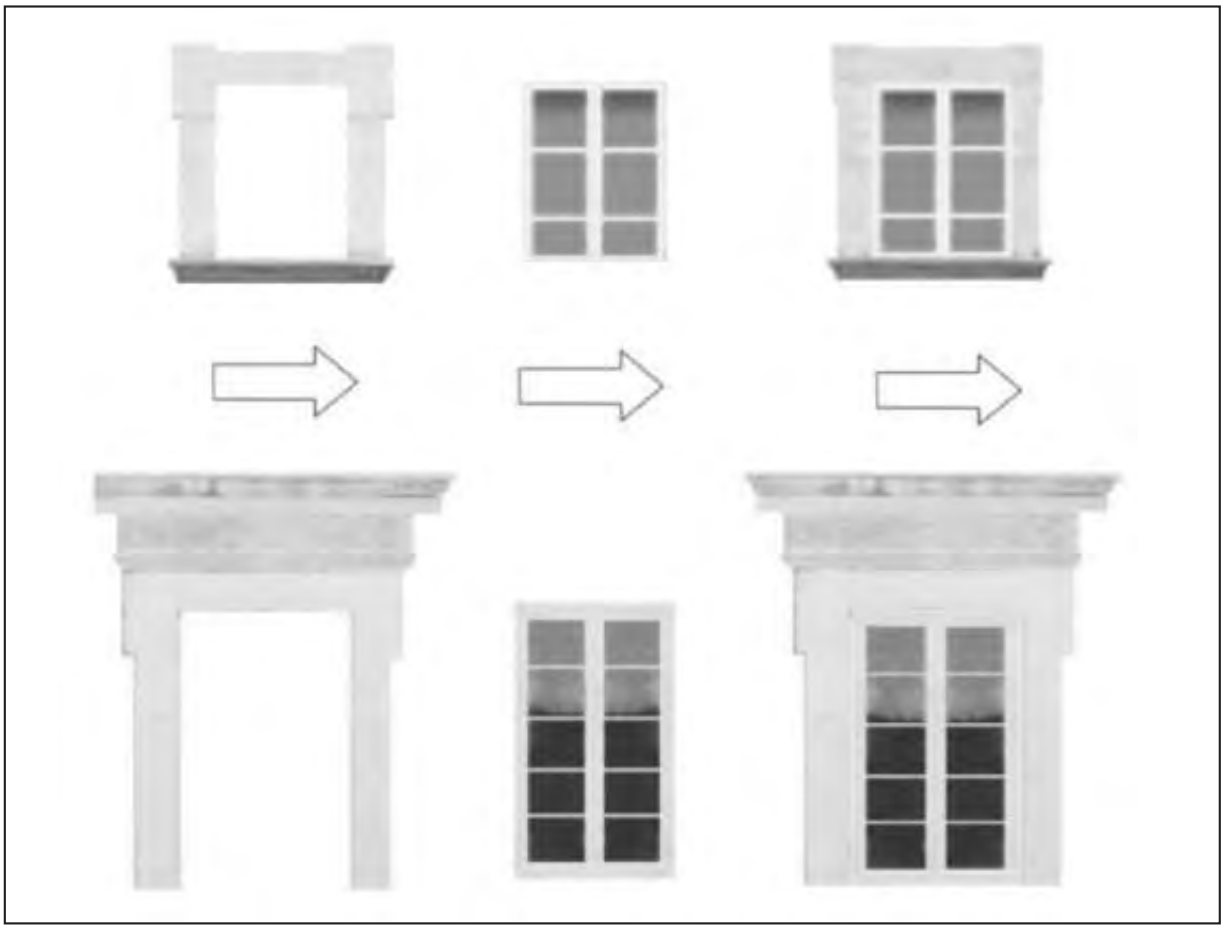


Fig. 6: Finestre del 1° livello.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 7: Portale principale.

Fig. 8: Rilievo vettoriale del prospetto sud.

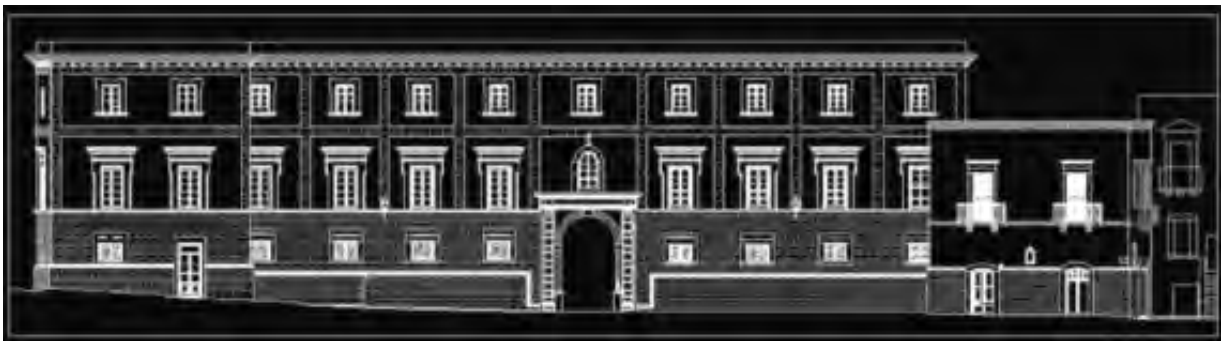


Fig. 9: Progetto di restauro del prospetto sud.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 10: Rilievo digitale del prospetto nord.

Fig. 11: Restauro virtuale del prospetto nord.

Fig. 12: Prospetto sud.

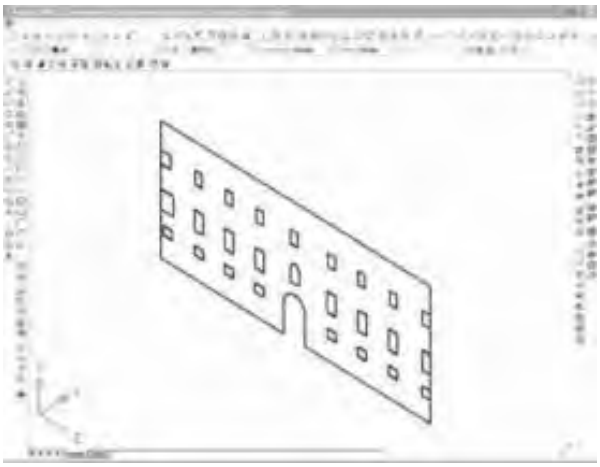


Fig. 13: Maschera estrusa del prospetto sud.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

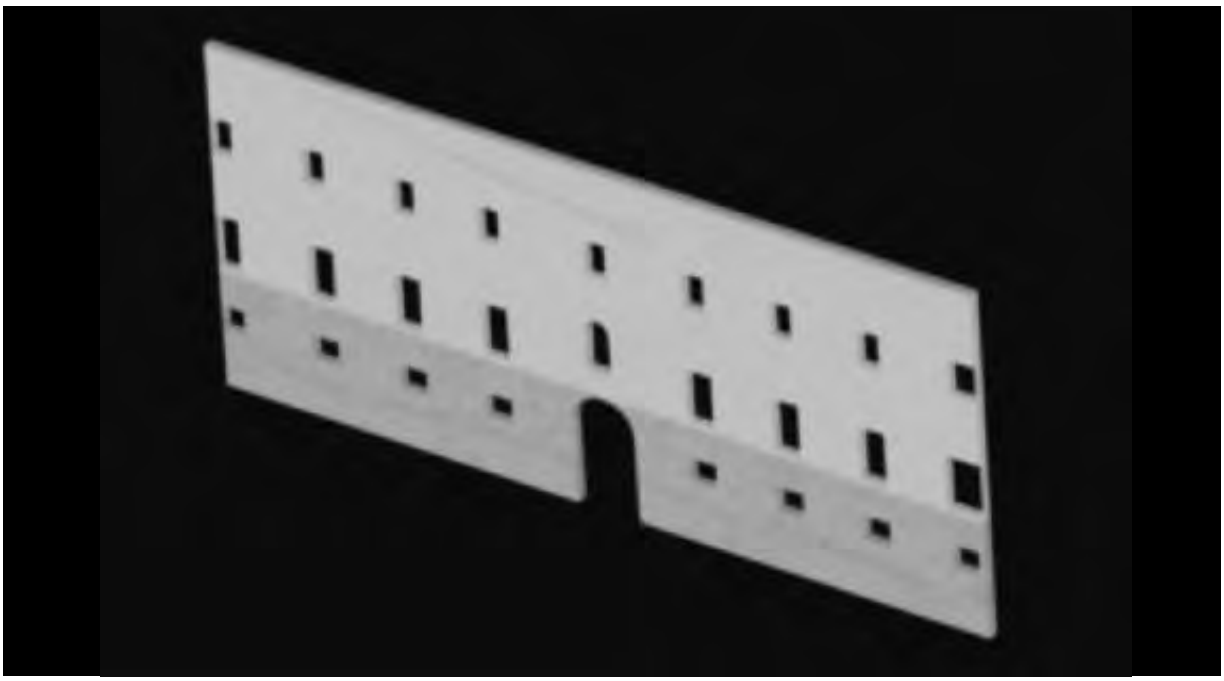


Fig. 14: Maschera estrusa del prospetto sud con texture applicate.

Fig. 15: Modello 3D del prospetto sud.

Fig. 16: Modello 3D di Palazzo Ducale.

NOTE

[1] L'unica visione integra di Palazzo Ducale è data dalla veduta disegnata dal Pacichelli del 1703. In questo secolo l'edificio deve aver subito danni, crolli e demolizioni, infatti in un atto notarile del 1830 il secondo piano è descritto come incompleto, con il grande salone sul lato sud crollato e parte del lato sud e dell'ala ovest coperta da tetti, come del resto documentano le foto scattate all'inizio del XX secolo:
Per la descrizione del palazzo cfr ASB, Fondi Urbani, XIII, "*Atto Notar Giuseppe Patella di Altamura del 28 gennaio 1860, Contratto Matrimoniale fra Marianna Siciliano, figlia di Francesco Siciliano e di Isabella Siciliano de' Marchesi di Rende, "stipulato nel Palazzo di attuale abitazione degli Illustri Signori Coniugi Siciliano, sito in questo abitato di Giovinazzo, Strada Largo della Cattedrale e propriamente nella Galleria.*"

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

6.4. Ricostruzione ed integrazione strutturale dei paramenti murari della Torre di avvistamento "Ofanto".

N. Milella, A. Uva

Cenni storici e architettonici.

Torre di avvistamento, situata nei pressi della foce del fiume Ofanto (Barletta, BA), fu costruita nel 1568 a spese del governo di Napoli e dell'università di Barletta su progetto dell'Ing. Tommaso Scarla.
Destinata in origine a torre di vedetta fu successivamente utilizzata come faro per la città di Barletta.

A pianta quadrata con volte a botte incrociate e spessore della muratura maggiorato sul lato esterno, presenta una base tronco-piramidale e cinque caditoie per lato.
L'accesso originario al piano superiore era costituito da una scala detraibile in caso di attacco e difeso da una caditoia posta sulla sua perpendicolare.
In seguito furono costruite due scalinate, non più esistenti.
All'interno, al primo piano, è situata una sala quadrata con nicchie nei muri d'ambito, al piano inferiore una cisterna.
L'edificio, nello stato attuale, è adibito ad usi agricoli e si presenta in uno stato di grave degrado statico causato dalla totale assenza di manutenzione. Le caditoie sono in gran parte crollate mentre le rimanenti sono pericolanti

Fig. 1: Torre Ofanto nello stato attuale.

Il rivestimento esterno dei paramenti murari, costituito da conci di tufo carparo è stato in più punti asportato *(Fig. 1)*.
Alcune foto scattate negli anni settanta mostrano la torre in migliori condizioni di conservazione ma con i segni evidenti di quei dissesti che avrebbero successivamente provocato i crolli di gran parte delle merlature e delle caditoie *(Fig. 2)*.

Restauro digitale: metodologia.

Nella prima fase di approccio all'edificio si è disposto l'esecuzione del rilievo fotogrammetrico dell'oggetto, previa realizzazione di una poligonale esterna di inquadramento ed il rilievo topografico dei quattro prospetti.

L'acquisizione dei fotogrammi dei prospetti è stata eseguita con una camera fotografica semimetrica, mentre il rilievo topografico con una stazione totale Nikon NPL820.

Fig. 2: Foto della torre anni scattata negli anni '60.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Con la fase successiva si è passati alla realizzazione dei rilievi digitali dell'oggetto, mediante raddrizzamento e scalatura dei quattro prospetti.
L'obiettivo che ci si proponeva di raggiungere era la simulazione di un intervento di restauro virtuale mediante la ricostruzione ed integrazione delle parti mancanti, al fine di recuperare sia la continuità strutturale che formale dell'oggetto.

La torre presa in esame è un edificio che, per le sue caratteristiche tipologiche, si presta molto bene ad esemplificare le metodologie del restauro virtuale, infatti essa appartiene ad una classe di edifici costruiti in serie nel XVI secolo.
Pertanto la sua struttura, pur lacunosa nelle parti alte a causa del loro cedimento strutturale, è facilmente ricostruibile sia attraverso il confronto con le numerose torri gemelle esistenti che mediante l'analisi degli elementi strutturali ed architettonici tuttora in situ.
La ricostruzione virtuale è partita dall'elemento "caditoia-merlatura", che rappresenta senza dubbio il motivo caratterizzante di questo tipo di architettura militare, isolandolo dal suo contesto,è integrando successivamente gli elementi mancanti mediante la copia o "clone" di elementi similari *(Fig. 3)*.
Questa operazione è stata ripetuta su tutto il coronamento sino alla sua reintegrazione totale e successivamente per fasi successive sull'intero corpo dell'edificio ricostruendo le porzioni di paramento murario esterno mancante. Sull'immagine inoltre sono stati cancellati elementi di disturbo, corpi di fabbrica aggiunti in epoca recente e tutti gli elementi derivati dall'uso improprio dell'edificio e dell'area circostante. *(Figg. 4,5,6)*
A conclusione del lavoro si è raggiunta, quindi, la completa ricostruzione "visiva" della torre sia con elaborati bidimensionali che mediante un modello tridimensionale. *(Fig. 7)*

Ricostruzione del modello 3D[1].

Per la ricostruzione del modello 3d il lavoro è stato suddiviso in tre fasi principali integrate: ricostruzione, validazione e restauro *(Fig. 8)*.

Fig. 3: Elemento "caditoia-merlatura: rilievo e restauro virtuale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

LA FASE RILIEVO MEDIANTE ACQUISIZIONE DI IMMAGINI DIGITALI.

Questa fase è consistita nel rilievo in loco e nell'acquisizione di immagini del manufatto tenendo presente le particolari esigenze di prospettiva e angolo di visuale del programma di ricostruzione. In particolare si è cercato di rilevare gli spigoli con un angolo prossimo ai 60 gradi per necessità di ricostruzione della geometria. Per la ricostruzione delle facciate si è invece proceduto al rilievo di immagini da un angolo quanto più normale alla superficie stessa per evitare effetti di distorsione sulle texture.
Questa fase ha prodotto una sequenza di 24 immagini digitali in alta risoluzione in formato jpeg. Di queste solo 8 sono state necessarie e sufficienti per la ricostruzione del modello tridimensionale.
Si è effettuato successivamente il restauro virtuale che ha compreso: il ripristino completo delle strutture murarie crollate ed il recupero dei paramenti murari originali
Nella prima fase, a partire da fotografie bidimensionali un software di IAM (Image Assisted Modelling) permette di ricostruire oggetti sovrapponendo dei modelli standard sull'immagine acquisita.
Con queste informazioni è possibile definire dimensioni, forme e orientamento nello spazio. Infine le texture vengono incollate sulle facce del modello per permettere un rendering del modello fotorealistico. Con successive visioni dell'elemento è possibile integrare le parti nascoste e/o rifinire dettagli importanti.
I modelli così ricostruiti possono essere esportanti negli standard comuni come: AutoCAD (.DXF), MetaStream (.MTS), Poser Prop (.PP2), Truespace (.SCN), VRML2 (.WRL), Wavefront (.OBJ).
Nella seconda fase, quella vera e propria di simulazione del restauro, l'utilizzo della RV permette di realizzare un ambiente di lavoro che facilita la collaborazione dell'artista

Fig. 5: Rilievo digitale lato nord.

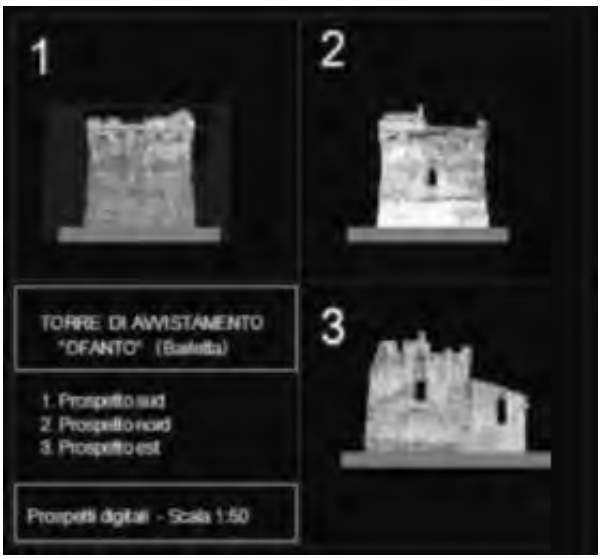


Fig. 4: Rilievo digitale della torre.

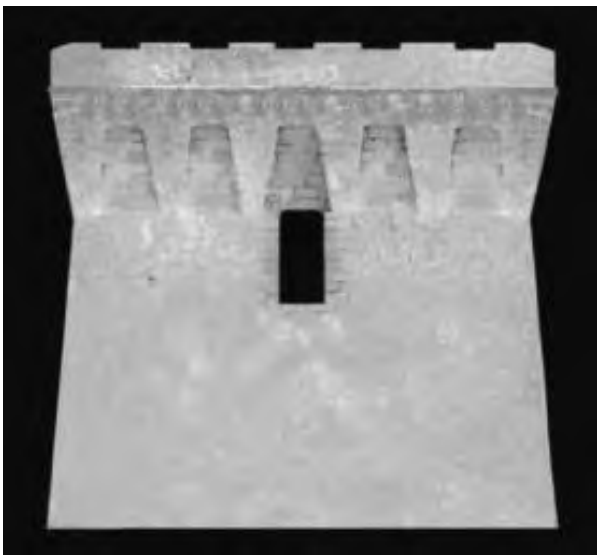


Fig. 6: Restauro virtuale del lato ovest.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

e ingegnere in due campi distinti:

- modifica della geometria (ingegnere) con ingegneria inversa e rilievo di precisione;
- restauro (artista restauratore) tramite modifica di immagini digitali bidimensionali.

Le tecniche usuali di restauro sono state modificate per essere attuate in questo nuovo ambiente di lavoro, con una rilevante incremento della qualità dovuto all'immediato feedback che il restauratore riceve dal modello tridimensionale.

Per garantire la possibilità di upgradare in tempo reale tutte le modifiche effettuate sulle texture senza essere costretti ad aggiornare anche la descrizione geometrica, si è ritenuto di dover utilizzare il formato di scambio Virtual Reality Modeling Language (VRML), lo standard de facto delle comunità virtuali.

La fase di ricostruzione mediante il software Canoma.

Questa fase consiste nella ricostruzione di un modello tridimensionale a partire da fotografie digitali.

Il software che meglio risponde alle esigenze della nostra

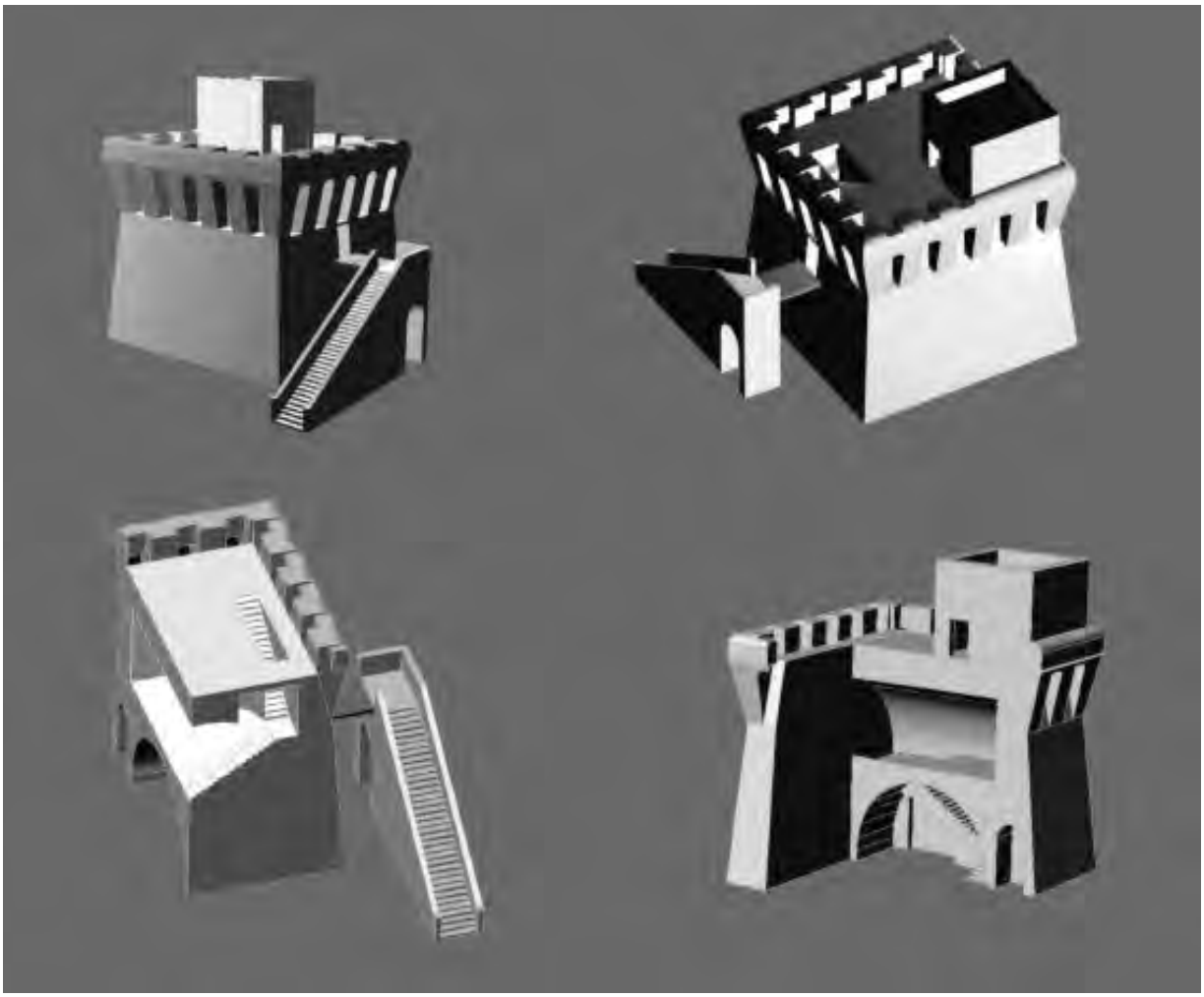


Fig. 7: Modello 3D e sezioni della torre ricostruita.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

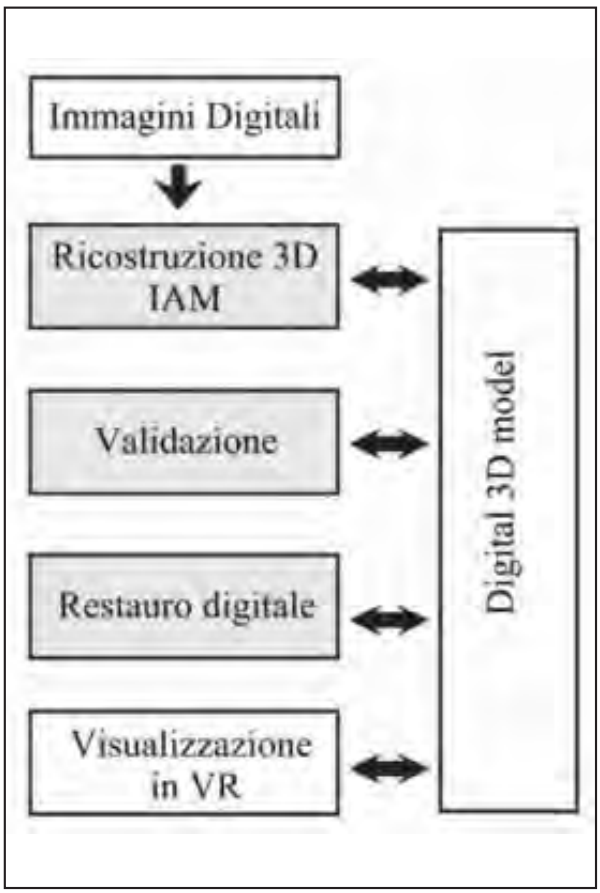


Fig. 8: Schema dell'approccio.

applicazione è Canoma della MetaCreations. Canoma permette di sovrapporre una serie di primitive di tipo wireframe sugli oggetti ripresi nelle immagini bidimensionali.
Le primitive sono localizzate sulla foto da una serie di "spilli" che ne fissano angoli, lati e le relazioni geometriche. Una volta fissata la posizione delle primitive su una o più immagini Canoma effettua la ricostruzione vera e propria "avvolgendo" le immagini bidimensionali sulle primitive tridimensionali *(Fig. 9a,9b)*.
È possibile specchiare le texture per riempire i lati nascosti di un oggetto o utilizzare multiple viste di una singola scena.
La fase preliminare dell'utilizzo di Canoma consiste nella ricerca e selezione del materiale fotografico di partenza. Per il caso da noi analizzato, la ricostruzione di Torre Ofanto, è stato necessario effettuare una sessione di rilievo ad hoc per l'acquisizione delle immagini con gli angoli necessari ad evitare distorsioni nella fase di ricostruzione. La disponibilità di un gran numero di immagini distribuite su tutte le angolazioni della torre ha permesso una ricostruzione quanto mai accurata delle facciate perimetrali dell'opera, nonché la definizione con differenti livelli di dettaglio di alcuni particolari.

Fig. 9a-9b: Canoma - primitive su immagini differenti della torre.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

La fase di validazione del modello.

La fase di validazione prevede la verifica della consistenza geometrica dell'edificio ricostruito sia nelle dimensioni che nelle giunzioni tra i vari elementi architettonici.

Inoltre in questa fase vengono rimosse dalle texture superficiali, tramite pattern, gli elementi estranei alle superfici *(Fig. 10a,10b)* che sono stati assimilati nella ricostruzione perché sovrapposti alle immagini digitali (cespugli, recinti, elementi esterni, etc.).

Fig. 10a: Texture esportata da Canoma.

La fase di restauro.

La fase di restauro vera e propria ha riguardato la modifica delle singole texture superficiali "incollate" sul modello geometrico *(Fig 10c)*. Questa fase è effettuata secondo gli schemi classici del restauro, ma utilizzando gli strumenti digitali a disposizione.
Ogni modifica effettuata su una texture bidimensionale viene in tempo reale importata e visualizzata sul modello tridimensionale *(Fig. 11a,11b)*.

- Per il restauro degli elementi bidimensionali sono stati utilizzati software di raddrizzamento digitale e programmi di fotoritocco.
- Contemporaneamente è stato effettuato il restauro virtuale del prospetto comprendente la ricostruzione delle parti mancanti mediante "anastilosi digitale" degli elementi architettonici.

Fig. 10b: Texture dopo la validazione.

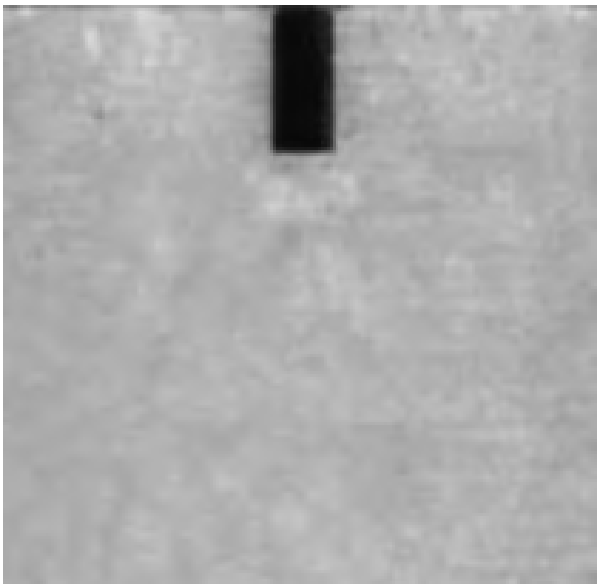


Fig. 10c: Texture dopo il restauro.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

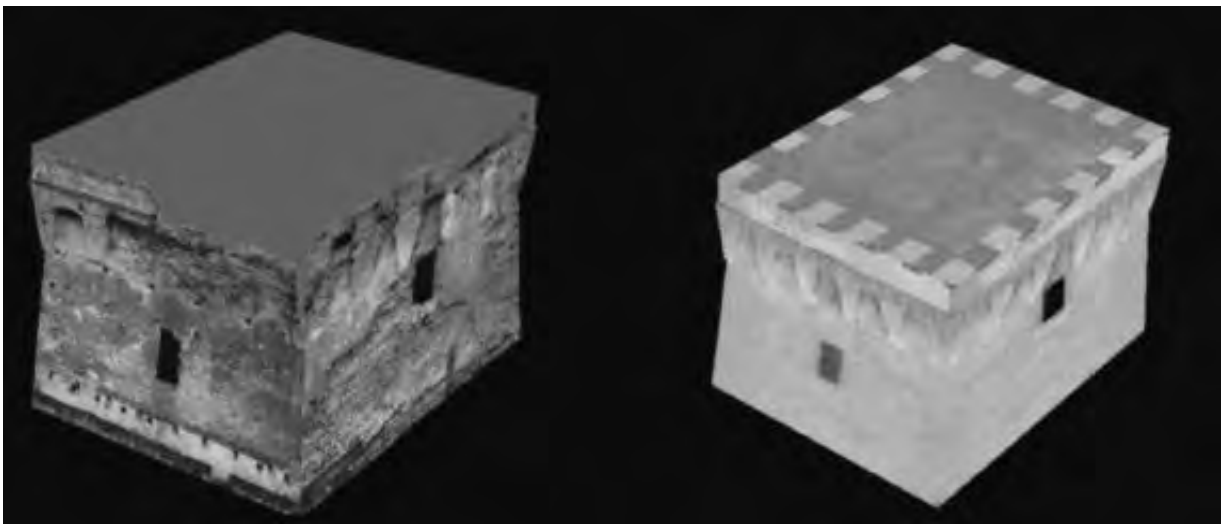


Fig. 11: Modello dopo la validazione.

La visualizzazione mediante tecniche di realtà virtuale.

La visualizzazione del modello, a partire da quello ricostruito dalle immagini digitali passando attraverso le diverse fasi del restauro fino al modello finale ripristinato, viene effettuata interamente in un ambiente immersivo di VR chiamato 3DIVS (3-Dimensional Immersive Virtual Sketching) e sviluppato presso il Politecnico di Bari dal VR3lab.
In questo ambiente è possibile effettuare la visualizzazione e l'analisi di modelli tridimensionali dotati di texture anche complesse tramite l'utilizzo di occhialini ad otturatore per la visualizzazione stereoscopica e di due guanti con tracciamento elettromagnetico della posizione e orientamento nonché del contatto tra le dita. L'utilizzo di questi dispositivi di input fornisce la possibilità di nuove metafore di interazione con il modello *(Figg. 12,13)*.

Fig. 12: Sistema hardware di visualizzazione stereoscopica.

Conclusioni.

I risultati sono presentati come modelli tridimensionali VRML che possono essere navigati anche in scala temporale per valutare le diverse fasi del restauro.
Le applicazioni più immediate della metodologia proposta si possono intravedere ad esempio in:

- Realizzazione di un Museo virtuale;
- Studio e simulazione del processo di restauro;
- Pianificazione di processi di restauro;
- Ricostruzione fisica di parti danneggiate o distrutte.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

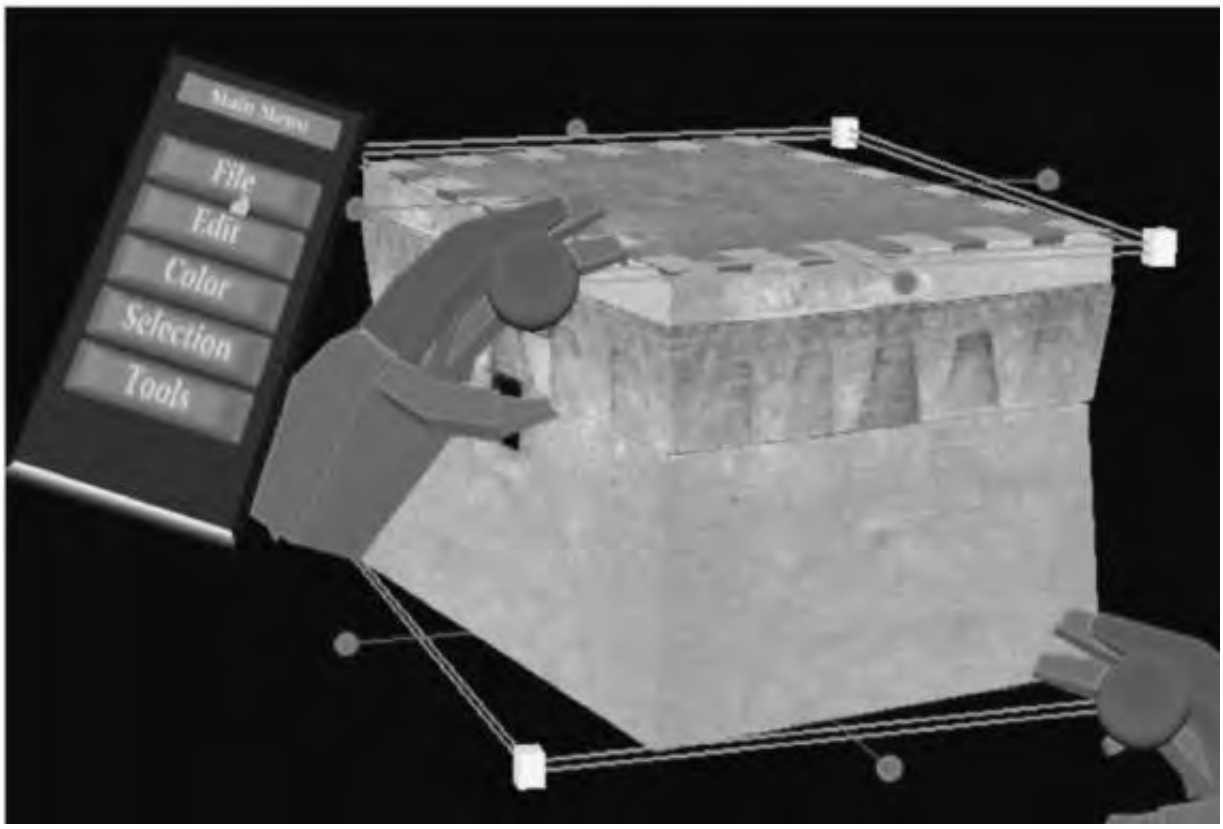


Fig. 13: Visualizzazione del modello con interazione bi-manuale.

NOTE

[1] I paragrafi seguenti sono stati redatti dall'ing. Antonello Uva.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

6.5. Integrazione dei paramenti murari del "Palatium" e della Chiesa di San Giovanni "in castrum" del castello Normanno di Bisceglie.

N. Milella, M. Zonno

Notizie storiche.

Il castello normanno svevo di Bisceglie non ha goduto di grande interesse da parte degli studiosi, anche a causa dell'abbandono in cui versava sino a qualche anno fa e dell'utilizzo improprio di molte delle sue strutture.
I restauri parziali, condotti dalla Soprintendenza ai Monumenti di Puglia, hanno svelato la ricchezza dell'organismo architettonico ed in particolare della chiesa medioevale di San Giovanni *in castrum*, inglobata nella torre nord-est e del contiguo prospetto del *Palatium* angioino oggetto di questo studio.
Gli storici locali[1] datano al 1050 l'inizio della sua costruzione, che nella originaria impostazione era costituita dal solo torrione maestro, alto ventiquattro metri.
Successivamente in epoca federiciana, il torrione maestro venne integrato in un sistema difensivo più complesso, costituito da un recinto fortificato quadrangolare munito da quattro torri agli spigoli e circondato da un fossato.
E' utile tuttavia ricordare che nell'*Elenco delle case e dei castelli di Federico II in Terra di Bari* (1241-1246) non vi è alcun riferimento al Castello di Bisceglie, mentre importanti interventi di ampliamento sono documentati durante il periodo angioino: lo stemma di Carlo I d'Angiò coronava la porta d'accesso della torre ovest, inoltre l'iscrizione "PETRUS DE BARO ME FECIT"[2], incisa sulla ghiera del portale ogivale del *Palatium*, indicherebbe l'intervento del *magister* Pietro, appaltatore di opere pubbliche che fra il 1270 ed il 1280 lavorò per il Sovrano al castello di Bari.

A partire del 1541 tutta la città viene dotata, per ordine

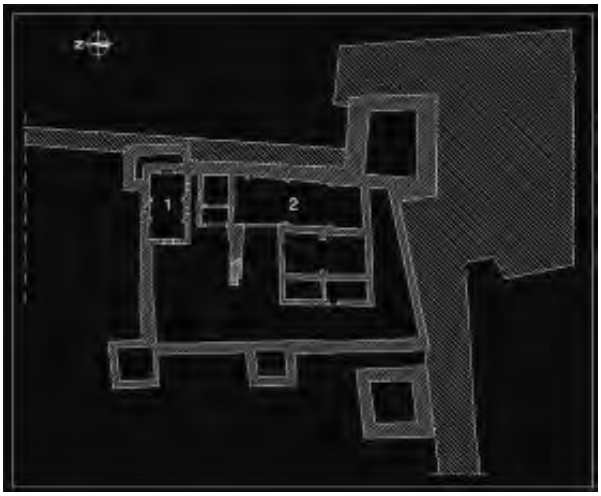


Fig. 1: Pianta del castello e del bastione cinquecentesco: A) chiesa di San Giovanni in castrum, B) palatium angioino.

Fig. 2: Veduta della corte interna del castello.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

del Vicerè Pietro di Toledo, di una nuova cinta difensiva bastionata *(Fig. 1)*.
Il lato del castello, posto a sud-est, venne inglobato con la relativa torre, in un poderoso bastione a pianta pentagonale, oggi in gran parte completamente demolito.

Nel secolo XIX, perduta definitivamente l'utilità militare, l'edificio venne parcellizzato e sottoposto a numerose trasformazioni con l'edificazione al suo interno, sul lato sud, di un edificio che ingloba parte del *Palatium* medioevale e della torre sud-est .

Le "aggiunte" sono continuate fino agli anni cinquanta, epoca in cui la Soprintendenza ha avviato un primo restauro, limitatamente alla Torre Piccola, con opere di reintegrazione di porzioni murarie degradate *(Fig. 2)*.

TECNICHE DI RILIEVO.

In tempi recenti la Soprintendenza ha intrapreso una nuova campagna di lavori sulle porzioni del castello di proprietà pubblica, ed in particolare sulla chiesa di San Giovanni e sul *Palatium* angioino.
Al fine di disporre di una base metrica corretta ed affidabile l'edificio è stato sottoposto ad un accurata campagna di rilievi fotogrammetrici e topografici finalizzati "*alla realizzazione di una base metrica per il riporto dei tematismi del degrado sui paramenti murari, per l'analisi del quadro fessurativo e per il controllo del dimensionamento e del posizionamento planimetrico degli ambienti interni. Una poligonale topografica di precisione è stata stesa fra l'aula della Chiesa e la sala a piano terreno del*

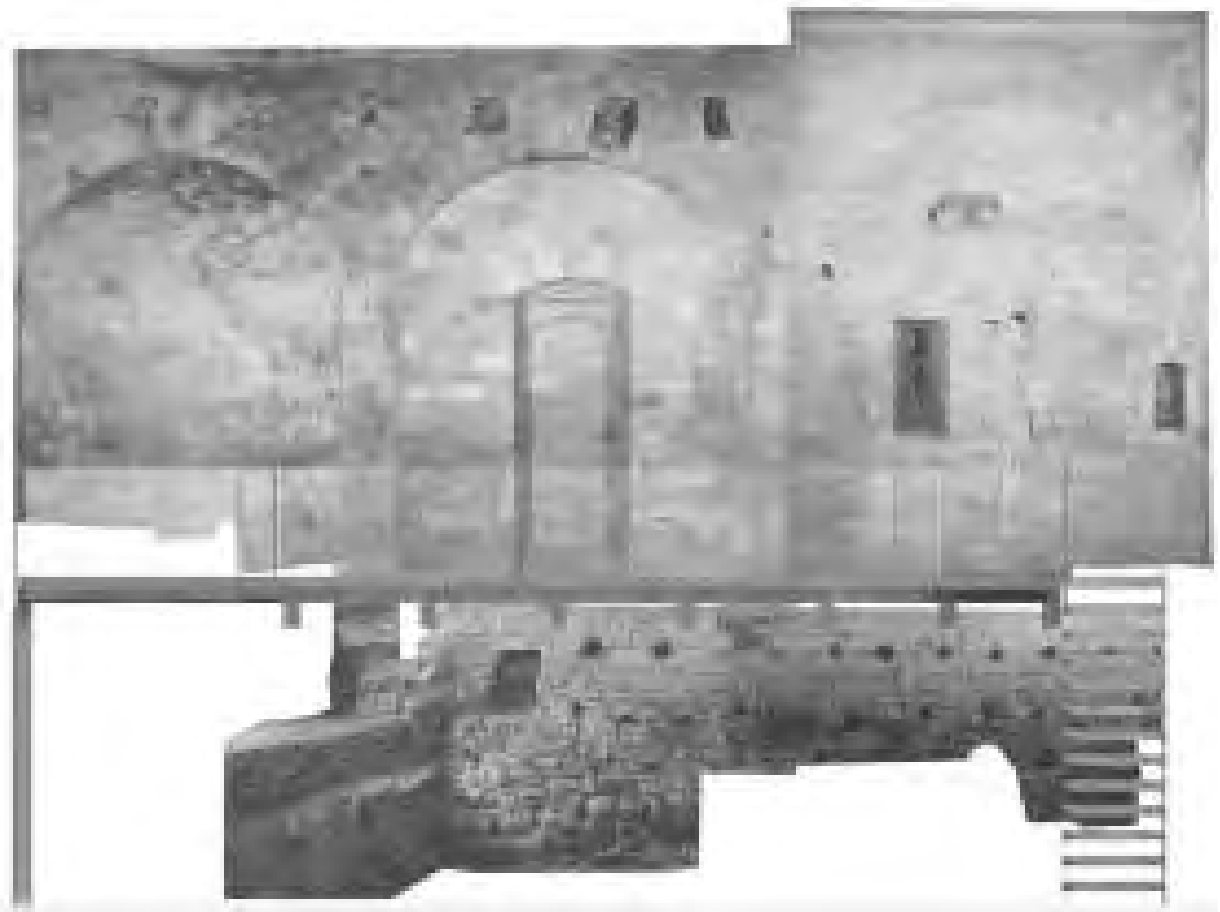


Fig. 3: Verifica virtuale dei nuovi inserimenti architettonici per l'adeguamento funzionale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Palatium; dai vertici di quest'ultima sono stati rilevati gli elementi planimetrici principali. In questa fase le analisi fotogrammetriche sono state limitate ai prospetti principali del Palatium e della Chiesa di S. Giovanni; internamente sono stati analizzati i paramenti murari relativi alla sola Chiesa.

Le operazioni di restituzione sono state svolte, successivamente all'acquisizione digitale delle stampe fotografiche, con operazioni di editing radiometrico, raddrizzamento e mosaicatura.

Le immagini riguardanti le superfici dei paramenti murari sono state trasformate geometricamente con metodologie di fotoraddrizzamento digitale tramite software specialistici.

Successivamente sono stati sovrapposti, alle immagini raster, i graficismi vettoriali relativi agli elementi architettonici principali ed alla tessitura muraria"[3].

Come si può evincere dallo stralcio della relazione tecnica di progetto, il rilievo fotogrammetrico digitale è stato utilizzato sia per documentare la morfologia ed il degrado dell'edificio sia per definire gli interventi progettuali.

In particolare, per quanto riguarda la realizzazione all'interno della chiesa di un nuovo solaio di calpestio, il progettista afferma nella relazione che "*Sfruttando una delle più promettenti applicazioni dell'informatica al restauro è stato possibile visualizzare sotto forma digitale le possibili opzioni compositive della nuova struttura. Si tratta della utilizzazione, nel restauro, del procedimento logico noto come what-if*[4]*, che consiste in una sorta di verifica virtuale e preventiva della soluzione di un problema, attraverso la quale si può simulare un certo numero di possibili ipotesi prevedendone con un buon grado di approssimazione i risultati.*

Sull'immagine fotoraddrizzata dei prospetti interni della chiesa sono state simulate visivamente le soluzioni progettuali della nuova struttura in acciaio e legno[5]" *(Fig. 3).*

Fig. 4: Rilievo digitale della chiesa di San Giovanni e del palatium angioino.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

RAPPRESENTAZIONE DIGITALE E PROGETTAZIONE VIRTUALE.

L'esperienza descritta mostra chiaramente i vantaggi derivanti dall'utilizzo dei modelli digitali come supporto per la progettazione.
Enti preposti alla valutazione e controllo quali le Soprintendenze, il Genio civile, le commissioni edilizie e gli stessi tecnici possono verificare la bontà o meno degli interventi attraverso l'analisi diretta dell'intervento rappresentato sull'immagine.
Aspetto, quest'ultimo, decisivo in quei casi in cui la scelta della tipologia dell'intervento da attuare contiene aspetti controversi, come nel caso del *palatium* angioino per la presenza sul prospetto di una "lacuna" di vaste proporzioni la cui integrazione è un elemento da considerare nell'ambito di una riutilizzazione dell'intero complesso *(Fig. 4)*.

La soluzione da adottare deve tener conto non solo della destinazione d'uso dell'edificio, ma anche di un fattore fondamentale quale la sua notevole qualità architettonica e tecnologica; esso infatti è caratterizzato da una tessitura muraria in conci di pietra calcarea perfettamente squadrata, in cui si aprono una porta ed una splendida bifora ad arco ogivale.

Il recupero della leggibilità dell'edificio, utilizzando tracce sicure, è sembrata essere la scelta più ovvia.
Pertanto la fase di progettazione virtuale ha affrontato due aspetti fondamentali:

1) la simulazione degli interventi di risanamento conservativo dei paramenti murari originali, mediante pulizia degli stessi, al fine di recuperare la loro piena leggibilità;
2) l'integrazione strutturale delle lacune e delle membrature architettoniche mancanti *(Fig. 5)*.

Questa seconda fase ha comportato per il palatium angioi-

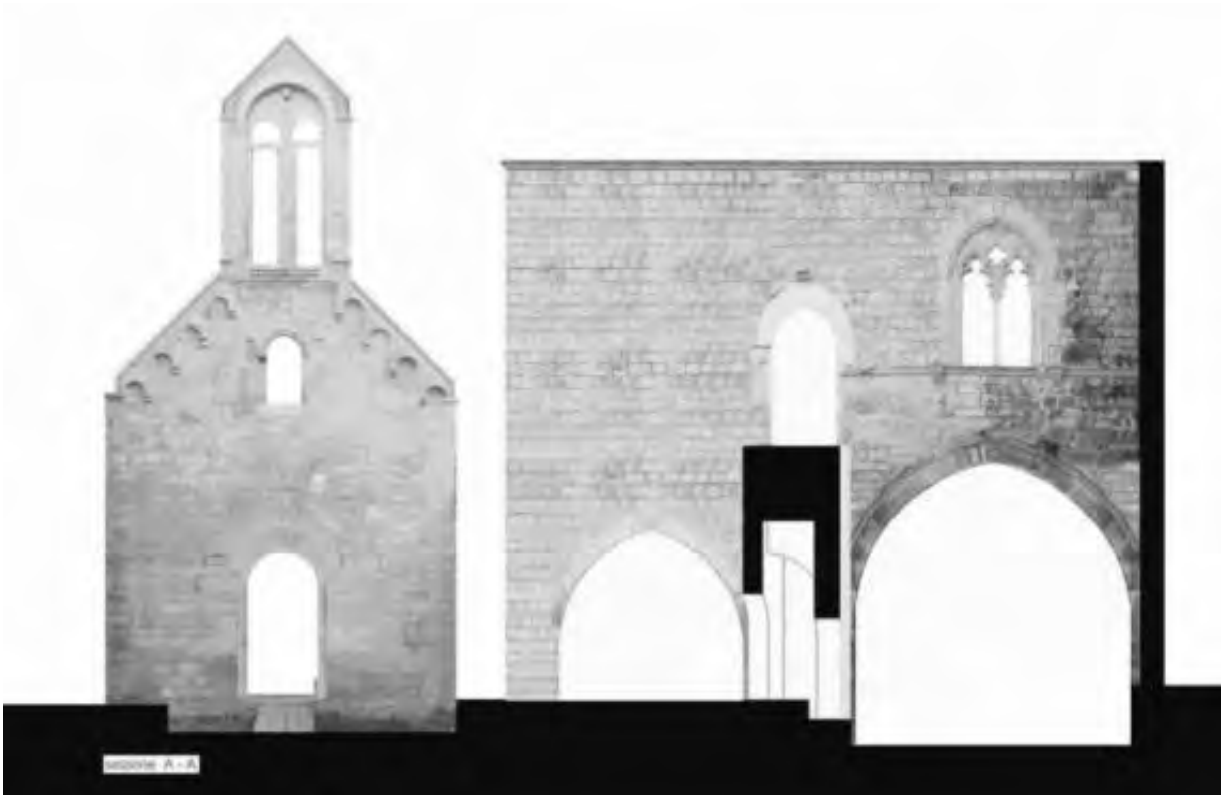


Fig. 5: Progetto di restauro virtuale della chiesa di San Giovanni e del palatium angioino.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

no:

- l'integrazione della lacuna con conci di pietra calcarea,
- la chiusura di aperture non coeve, in quanto appartenenti a fasi di utilizzazione dell'edificio oggi non più leggibili;
- l'integrazione degli elementi decorativi della bifora sulla base degli elementi originali presenti *(Fig. 6)*;
- il restauro del paramento murario con la posa in opera di nuovi conci, mediante intervento di cuci-scuci;

Per quanto riguarda il prospetto principale della chiesa di San Giovanni, gli interventi hanno riguardato:

- Il risanamento della superficie lapidea mediante pulizia della stessa con la eliminazione delle seguenti forme di alterazione superficiale *(Fig. 7,8)*:
  a. croste nere;
  b. patina nerastra;
  c. rigonfiamenti;
- L'integrazione e la ricomposizione della decorazione ad archetti, della cornice di gronda degli spioventi delle navate laterali e del coronamento della vela del campanile e di parte degli stipiti e del sottarco della porta di ingresso *(Fig. 9,10)*, con nuovi elementi.
- completamento mediante integrazione dei conci radiali dell'arco.

La forma e le dimensioni degli elementi reintegrati sono state dedotte :

- per il coronamento ad archetti dagli elementi originali in opera;
- per le cornici di gronda dalle mensole esistenti ai lati del timpano, di cui sono il naturale prolungamento;
- per la cornice di gronda del campanile a vela da quella dei sottostanti spioventi;

L'intervento, così definito, permette di recuperare la piena leggibilità del complesso architettonico, e di ripristinare sia l'unità formale sia quella funzionale.

Fig. 6: Restauro virtuale della bifora.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

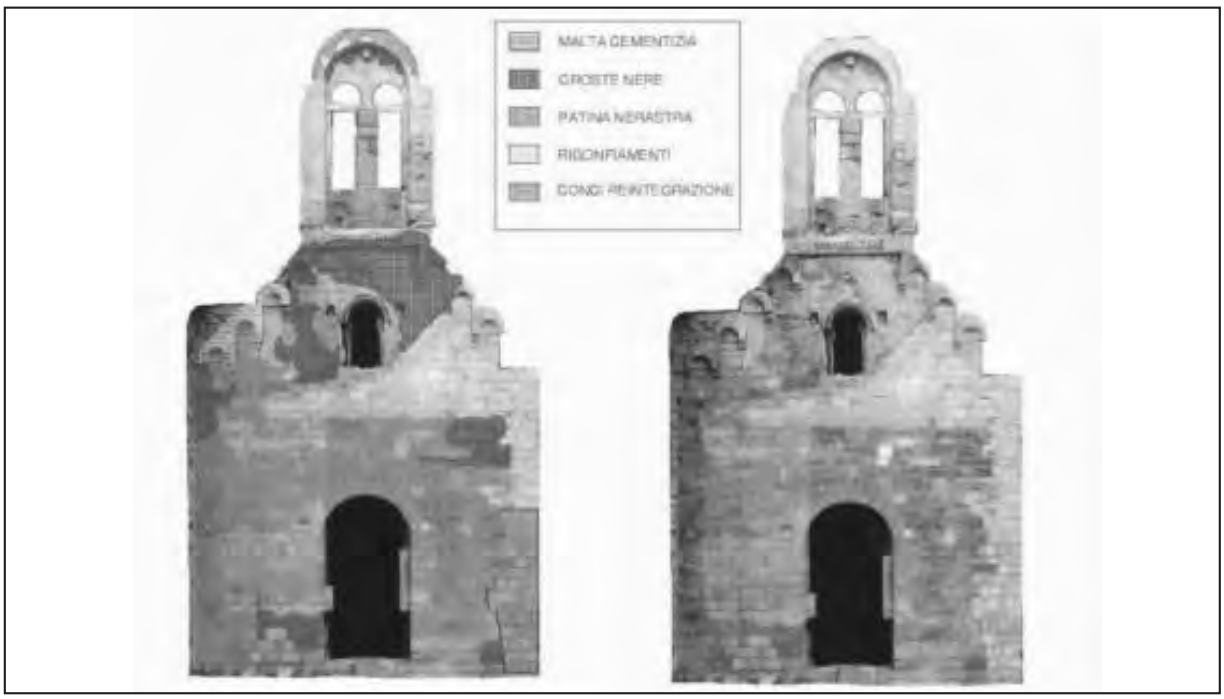


Fig. 7: Mappatura delle forme di degrado superficiale della pietra.

Fig. 8: Pulizia virtuale del prospetto.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 9: Abaco degli elementi architettonici virtuali utilizzati per la ricomposizione del prospetto.

Fig.10: Stato di fatto e prospetto ricomposto mediante integrazione virtuale.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Il modello 3D.

A completamento del lavoro si è realizzato, con finalità esclusivamente didattiche, il modello 3D del castello ricostruendo sulla base dei rilievi e della documentazione raccolta l'aspetto che con una certa approssimazione possedeva nel XIII secolo *(Fig. 11,12)*.
La vista del castello è oggi parzialmente impedita da edifici ottocenteschi che sul lato sud si addossano al muro di cinta ed alla torre maestra e nell'angolo sud est inglobano completamente la torre ed il bastione cinquecentesco.
Il modello nelle sua essenzialità permette di cogliere una complessità, altrimenti non percepibile del collegamento esistente tra torri, muri di cinta, fossato e manufatti collocati all'interno del recinto.

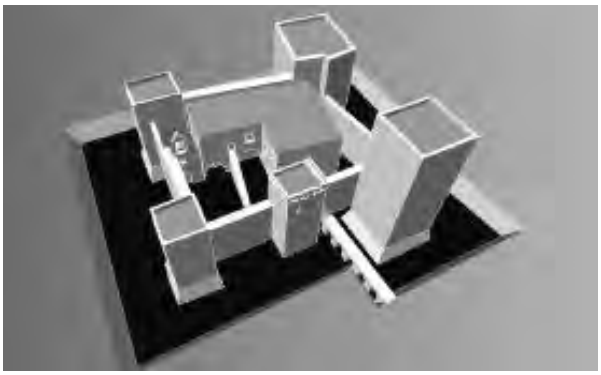


Fig. 11,12: Ricostruzione 3D del castello nell'assetto avuto nel secolo XIII.

Note

[1] Cosmai M, *Bisceglie nella storia e nell'arte*, 1966.
[2] AA.VV., *Bisceglie nella documentazione grafica dal '500 al '900*, Molfetta 1988, p. 32.
[3] Giuseppe Teseo, "*Il castello di Bisceglie: indagini scientifiche e de-restauri*", *Relazione di progetto*, Bari 2002.
[4] Pio Baldi, *Pienza restauro: dal virtuale al reale*, in AA.VV. *La città fortificata di Radicofani*, p. 37, Siena 1998.
[5] Si ringrazia l'arch. Giuseppe Teseo della Soprintendenza per i Beni A.A.A.S della Puglia, per la documentazione di progetto messa a disposizione.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

6.6. Anastilosi digitale del prospetto interno del santuario rinascimentale di Santa Maria dei Miracoli in Andria.

V. Zito[1], F. Balice[2]

Notizie storiche.

Il Santuario della Madonna dei Miracoli in Andria (Bari) è sorto a seguito degli eventi miracolosi successivi al ritrovamento, avvenuto nel 1576, di una immagine della Vergine col Bambino dipinta sulla parete di una cavità artificiale che si apriva nel versante destro della "Lama di Santa Margherita", un tempo facente parte di un insediamento eremitico.
La struttura del santuario è formata da tre chiese sovrapposte, delle quali quella superiore è posta alla quota del ciglio della lama mentre la chiesa inferiore si trova alla stessa quota della grotta contenente l'immagine sacra.

La realizzazione della chiesa inferiore comportò una complessa operazione di sbancamento del versante della lama antistante la grotta contenente l'immagine. La chiesa è a tre navate e, data la ristrettezza del luogo, si sviluppa per una sola campata. La navata centrale è posta in asse all'immagine sacra. Il sistema delle grotte è stato unificato in una sola grotta di forma trapezoidale che funge da presbiterio della chiesa inferiore. La navate laterali terminano ciascuna con una scala che porta alla chiesa superiore, passando per quella intermedia. Quest'ultima è stata costruita al disopra della grotta-santuario e serve per livellare il piano presbiteriale della chiesa superiore. La grotta contenente l'Immagine e la sovrastante chiesa intermedia sono unificate in una unica facciata in pietra calcarea dipinta realizzata verso la fine del XVI secolo. Una relazione del 1606[3] così descrive la facciata della grotta:

Nelle pareti poi di dentro, dal pavimento (quale è tutto di piastre di bianco e ben lavorato marmo, nella bocca di detta grotta, si ascende una bellissima facciata, fondata sopra quattro pilastroni, tutta di pietra viva intagliata, e posta con grand'artificio ad oro, tramezzata e distinta con varij colori, e nelli freggi de i cornicioni vi sono interposti diversi tavoloni coperti di piastre di voti d'argento conteste à diverse maniere, che per la loro varietà la rendono in ogni parte vistosamente ricca. Vi sono poi incavate sopra li tre archi che soprastano à detti pilastroni, quattro finestre, nelle quali si collocano i calici, & altre argenterie, che in gran copia sono offerte dà i fedeli per loro voto, ò divotione, sopra de quali finestre, nel freggio sotto il cornicione principale, è scolpito à lettere d'oro l'Epitaffio dell'inventione, ò manifestatione della miracolosa effige della Regina del Cielo (...) e questo

PARVUM IN ABSCONDITO SACRUM OBLIVIONI
RELICTUM, MEMORI PIETATIS VIRGINI: PIORUM AUXILIO
MAGNUM REPONITUR, ET PATENS.
DIE PRIMI SABBATHI IUNII. ANNO SALUTIS M.D.LXXVII.

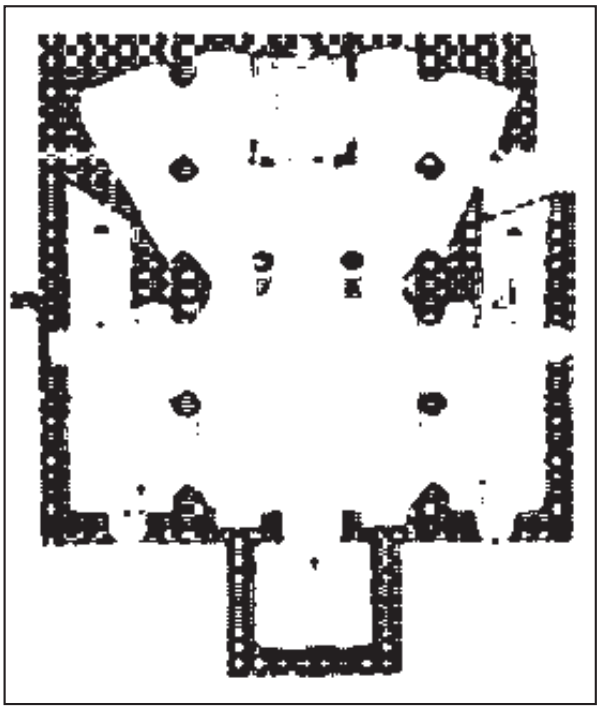


Fig. 1: Pianta della chiesa inferiore con la localizzazione dei punti di presa delle foto;

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

La facciata così descritta non ha subito manomissioni sino alla prima metà del XIX secolo. Dal periodo francese sino al 1839 il santuario rimase chiuso ed andò incontro a notevoli processi di degrado per la mancata manutenzione. Nel 1849, per il rinnovato fervore religioso conseguente alla riapertura del santuario, la facciata fu rivestita di stucchi tardo-barocchi. A seguito di tali lavori furono scalpellate gran parte delle modanature in pietra. Tuttavia il danno maggiore consistette nella alterazione del sistema delle bucature effettuata al fine di inserirvi un organo. Per tale intervento la parte centrale della iscrizione celebrativa del 1576 fu rimossa, due aperture furono unificate e, probabilmente, ne furono aperte altre due. Di questa trasformazione non ci sono giunte testimonianze.

Anche questa nuova veste non durò a lungo. Nel 1911 gli Agostiniani pensarono di riportare alla luce la precedente facciata, demolendo quanto vi era stato sovrapposto nel 1849. La rimozione degli stucchi mise in evidenza i danni apportati alla facciata tardo cinquecentesca, gravemente mutila in diverse sue parti, con le cornici aggettanti scalpellate e le superfici lapidee che recano soltanto tracce delle antiche decorazioni dipinte. La mutilazione maggiore si riscontra nella parte centrale della facciata dove, per far posto all'organo a canne, era stata rimossa, come si è detto, anche parte della iscrizione cinquecentesca. Fortunatamente tre frammenti della predetta iscrizione si sono conservati nei depositi del Santuario, oltre ad altri due facenti parte della facciata: una lesena ed un frammento di cornice.

Rilievo e restituzione digitale della facciata.

Per il rilievo fotografico della facciata è stata usata una fotocamera non metrica Rollei con obiettivo di focale 40 mm e pellicola da 35 mm. La limitata profondità della chiesa inferiore ha comportato la necessità di suddividere tutta la facciata il sei campi di ripresa, tre inferiori e tre superiori. Le cattive condizioni di illuminazione della chie-

Fig. 2: Sequenza dei rilievi fotografici della facciata.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

sa hanno costretto l'uso di tempi di posa lunghi per una buona impressione della pellicola. Le stampe fotografiche, nel formato 10x15 cm, sono state poi digitalizzate con una risoluzione di 600 p.p.p. e raddrizzate e ridotte in scala separatamente utilizzando l'applicativo ARCHIS. Il rapporto di scala è stato determinato rilevando direttamente, su ciascun campo di ripresa, una dimensione orizzontale ed una verticale significativa. Per i campi superiori delle navate laterali, dove non è stato possibile effettuare misure dirette, le dimensioni di riferimento sono state ricavate indirettamente tramite due riprese ausiliarie riportanti ampie zone comuni ai campi inferiori, che sono state anch'esse digitalizzate, raddrizzate e scalate separatamente. Infine la facciata è stata ricomposta mediante la mosaicatura delle sei parti, operazione effettuata con il medesimo applicativo ARCHIS. Il risultato finale è riportato in Fig. 3.

Analoga operazione di raddrizzamento è stata effettuata per i tre frammenti lapidei dell'iscrizione e per la lesena superstite.

RESTAURO FILOLOGICO VIRTUALE DELLA FACCIATA ORIGINARIA.

Dall'esame del rilievo digitalizzato emerge con tutta evidenza l'entità dei danni apportate alla facciata tardo cinquecentesca durante i lavori di rivestimento eseguiti nel 1849. In particolare, oltre alla sistematica rimozione, mediante scalpellatura, di tutte le modanature, fregi e cornici aggettanti, l'assetto stesso della facciata risulta essere stato stravolto con la modifica del sistema delle bucature. Secondo la descrizione del 1606, infatti, la facciata risultava essere dotata di sole quattro finestre. Allo stato attuale, invece, le finestre risultano essere cinque, delle quali quella centrale, in tutta evidenza, deriva dall'unione verticale di due

Fig. 3: Mosaicatura della facciata esistente ricomposta.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

finestre, il che ha comportato la rimozione della parte centrale dell'iscrizione commemorativa. I relativi frammenti fortunatamente si sono per la gran parte conservati.

E' evidente che questo contesto così compromesso, che rende alquanto problematica l'ipotesi di un restauro filologico della facciata tardo cinquecentesca, le tecniche di restituzione digitale consentono di elaborare una ipotesi di restauro virtuale senza per nulla compromettere lo stato attuale di conservazione dell'Opera. Utilizzando l'applicativo ARCHIS è stata in primo luogo ricostruita l'iscrizione che commemora il ritrovamento dell'immagine sacra, utilizzando i tre frammenti lapidei superstiti i quali sono stati collocati nel posto originario. In secondo luogo, sulla scorta delle descrizioni secentesche della facciata e degli elementi disponibili, è stata elaborata una ricostruzione complessiva della stessa, ordinando il sistema delle bucature e gli altri elementi decorativi (lesene, cornici, ecc.) in maniera congruente col contesto, tenendo conto anche degli affreschi cinquecenteschi esistenti sulla parte retrostante. Il risultato di tale operazione è raffigurato in fig. 5.

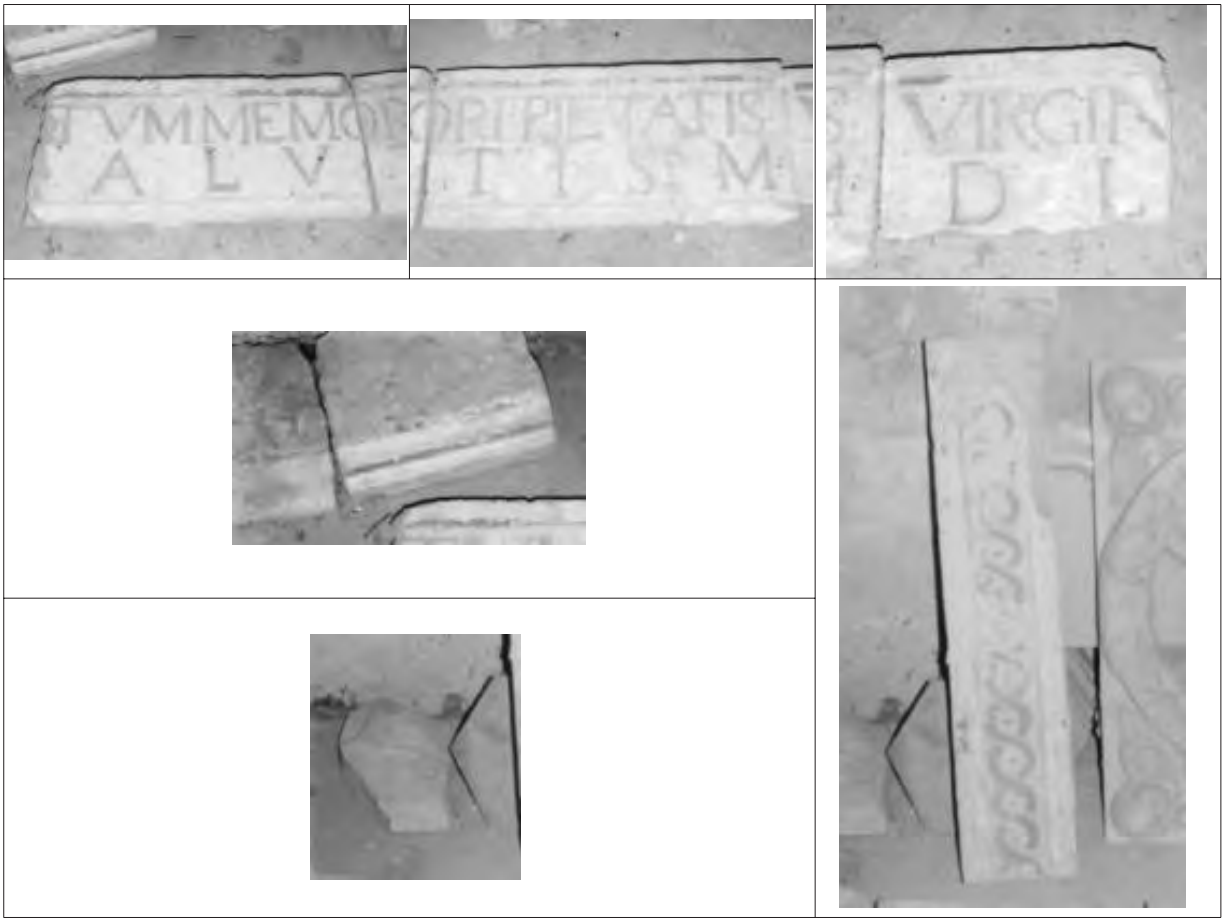


Fig. 4: Sequenza delle riprese fotografiche dei frammenti lapidei

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 5: Restauro virtuale della facciata centrale con ricollocazione in situ dei frammenti lapidei.

NOTE

[1] Ricercatore CNR-ITC Sezione di Bari. Sono dovute l'impostazione metodologica del lavoro, la ricerca storico-architettonica, il rilievo fotografico e metrico, la stesura della relazione.

[2] Collaboratore Tecnico CNR-ITC Sezione di Bari. Sono dovute la digitalizzazione, il raddrizzamento, la scalatura e mosaicatura delle immagini.

[3] di Franco, *"Di Santa Maria dei Miracoli libri tre"*, Napoli, 1606, p.3.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

6.7. Recupero conservativo dei prospetti della cortina su strada Ruggero il Normanno in Bari.

N. Milella, M. Zonno

Stato dei luoghi.

L'isolato, oggetto del presente studio, sorge su una piazza creata alla fine del secolo XIX, con la demolizione delle mura della città che si sviluppavano dal castello sino alla vicina chiesa di santa Chiara.

Le mappe catastali del 1870 e un dipinto del 1866[1] *(Figg. 1,2)* mostrano chiaramente la disposizione originaria dell'isolato situato a ridosso di strada San Vito e delle mura cinquecentesche.

La composizione edilizia dell'isolato è costituita essenzialmente da case medioevali a torre, di cui è possibile vedere alcuni esemplari recentemente restaurati, e da case "palaziate" cinquecentesche caratterizzate da trasformazioni ed adattamenti ottocenteschi attuati mediante l'accorpamento di alcune unità abitative e la trasformazione dei prospetti con la modifica e la creazione di porte e finestre.

Rilievo fotogrammetrico digitale dell'isolato.

L'esecuzione del rilievo fotogrammetrico *(Fig. 3)*,non ha comportato particolari difficoltà operative, a causa della presenza di una piazza di vaste proporzioni che ha permesso di scegliere la distanza di ripresa limitando il numero degli scatti fotografici e consentendo infine di conservare l'equidistanza dal contesto da fotografare e l'asse dell'obiettivo perpendicolare al fronte

Il rilievo digitale è stato eseguito con fotocamera semimetrica senza rilevo celerimetrico e limitandosi alla esecuzione di un numero limitato di misurazioni.

Le condizioni di ripresa hanno facilitato sicuramente le operazioni di raddrizzamento e mosaicatura dei fotogrammi soprattutto in rapporto alla lunghezza dell'intera cortina.

Le uniche difficoltà sono state causate dalla presenza costante sulla piazza di numerosi autoveicoli, che hanno impedito l'esecuzione del rilievo fotografico della zona inferiore degli edifici, coperta dalla loro presenza.

L'intera cortina è stata rilevata con sole dieci riprese per la parte superiore degli edifici, mentre è stato necessario, per la ricostruzione della parte inferiore, eseguire numerose riprese a distanza ravvicinata.

La mosaicatura e la successiva scalatura di tutti i fotogrammi ha restituito il rilievo digitale dimensionalmente corretto dell'intera cortina *(Fig. 4)*.

Restituzione digitale dei prospetti.

La fase di restauro virtuale ha riguardato in un primo momento il miglioramento della qualità dell'immagine. Questa operazione è stata eseguita utilizzando un software commerciale di fotoritocco che ha permesso il miglioramento dell'immagine, modificando la luminosità, il contrasto, l'intensità, la brillantezza, la saturazione e la tonalità delle immagini, equalizzando i livelli d'ombra e regolando

Fig 1: Stralcio della mappa catastale del 1870.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig 2: "Bari vecchia vista dal lato di tramontana" dipinto di Ambrogio Correnti del 1866.

i valori "colore".

Per correggere le differenze tra i fotogrammi, dovute alla mosaicatura, sono stati utilizzati comandi specifici che hanno permesso di eliminare le linee di discontinuità prodotte dal software a seguito dell'unione delle immagini, senza modificare quegli elementi posizionati proprio nei punti più critici che quindi, anche dimensionalmente, rimangono corretti.

La fase di intervento vero e proprio sulla cortina ha riguardato principalmente l'integrazione dei prospetti dapprima mediante l'eliminazione degli oggetti estranei agli edifici e successivamente con l'inserimento dei fotogrammi scalati e raddrizzati della zona inferiore.

Fig 3: Schema delle riprese.

RESTAURO DIGITALE DEI PROSPETTI.

Lo stato di conservazione delle abitazioni, limitatamente ai prospetti esterni, è caratterizzato essenzialmente da un degrado provocato dall'assenza prolungata di manutenzione ordinaria e straordinaria, che ha comportato danni soprattutto ai rivestimenti esterni ed agli infissi.
A tutto ciò si aggiunge la presenza di vaste zone scialbate e dei danni provocati dalla posa in opera sui prospetti delle reti elettriche, telefoniche e delle tubazioni della del gas.
Pertanto l'intervento di restauro virtuale è stato orientato verso la ricomposizione formale degli edifici mediante:

1. la ricostruzione ed integrazione degli intonaci degradati;
2. la sostituzione e/o restauro degli infissi;
3. l'eliminazione della vegetazione infestante e delle scialbature;
4. lo spostamento delle reti, situate sui prospetti, mediante sistemazione delle stesse in canalizzazioni interrate.

Il risultato ottenuto permette la valutazione in anteprima degli effetti di un intervento di manutenzione straordinaria, lasciando la possibilità di valutare in fase preventi-

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

va il tipo di intervento da effettuare e di graduare l'intensità dello stesso *(Fig 5)*.

Fig 4: Rilievo digitale dell'isolato.

Fig 5: Rilievo digitale dell'isolato dopo il restaurato.

NOTE

[1] "*Bari vecchia vista dal lato di tramontana*" di Ambrogio Correnti 1866, Galleria Parrochi, Firenze.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

6.8. RESTAURO DIGITALE DEI PROSPETTI ESTERNI DELLA "*PUSTERLA*" O PORTA "*MONTANARA*" AD IMOLA.

N. MILELLA

NOTIZIE STORICHE.

La parte superstite delle attuali fortificazioni della città di Imola risale al secolo XIV e rappresenta il risultato della riedificazione avvenuta tra il 1334 e il 1335 durante il governo di Taddeo Manfredi per la sostituzione di quelle risalenti al 1142.

Successivamente si provvide a ricostruire e ammodernare le singole porte che non erano in grado di resistere all' attacco delle nuove artiglierie.

Con appalto del 1459, sotto la guida di massaro Bartolo Feraldi si costruì la parte di mura e di torrioni tra la demolita Porta Alesa (in testata all' odierna via Mazzini) e Porta Pusterla e fino alla Rocca. In quegli anni dovette essere ricostruita anche la Porta Pusterla, che fu completata nel 1487.

Nel 1500, sotto il governo di Cesare Borgia, nominato "Duca di Romagna" dal Papa, furono avviate opere di fortificazione, suggerite da Leonardo da Vinci, sulla base del rilievo cartografico della città eseguito dal Maineri: egli indicò i contrafforti da costruire lungo le mura, marcò il tratto da rettificare tra la rocca e la Porta Montanara; provvide a redigere una pianta del reticolo viario, in cui indicò le misure di ogni strada e le aree libere. Nel 1643 Urbano VIII aveva raccomandato nuove opere di fortificazione alle mura cittadine; la Porta Pusterla fu perciò rafforzata col sistema detto "a mezzelune", visibile nella pianta seicentesca del Matelica.

Le mura Manfrediane rimasero fondamentalmente immutate fino all' inizio dello scorso secolo (1904-1905) quando furono demolite, eliminando i terrapieni sui quali appoggiavano *(Fig. 1)*.

Nel 1925 la porta, rimasta isolata, venne ristrutturata completamente; i progettisti, nell'intento di restituire l' aspetto che aveva in epoca manfrediana, eliminarono coperto, muro di scarpa e barbacani, aggiunti successivamente.

Delle quattro porte esistenti, la "Pusterla" era la più piccola ed era coronata su ognuno dei tre lati da quattro merli ghibellini, compresi gli angolari, e da un muro continuo sul lato volto verso la città. Non è però chiaro se questo lato avesse in origine la muratura continua, così come

Fig. 1: Porta "Montanara" e le mura prima della demolizione del 1904.

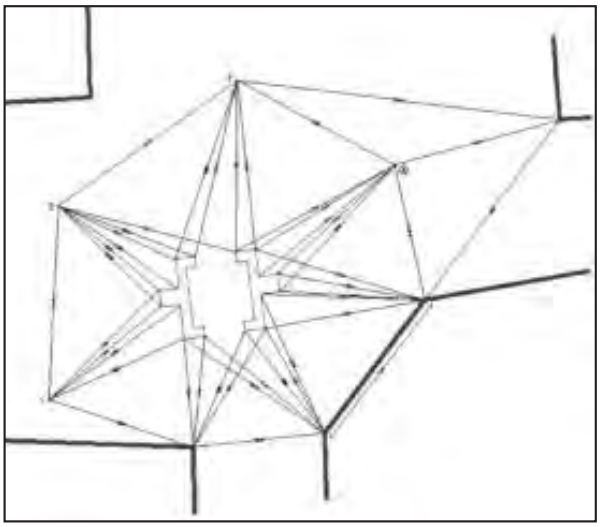


Fig. 2: Poligonale esterna di inquadramento e rilievo celerimetrico.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

appare oggi dopo i restauri.

Il nome di porta Pusterla le deriva dalla sua posizione; nelle fortificazioni infatti la pusterla era situata nel lato posteriore dell' edificio e costituiva una uscita secondaria e di sicurezza; il nome "Montanara" le deriva invece dalla strada che in uscita dalla città portava a sud verso i monti.

Rilievo e restauro digitale.

Il progetto di restauro virtuale della Porta Montanara è stato preceduto dalla realizzazione di una poligonale esterna di inquadramento, dal rilievo topografico dei quattro prospetti *(Fig. 2)* e dalla successiva esecuzione del rilievo digitale dei manufatti architettonici.

Le immagini fotografiche dell'edificio *(Fig. 3)* sono state

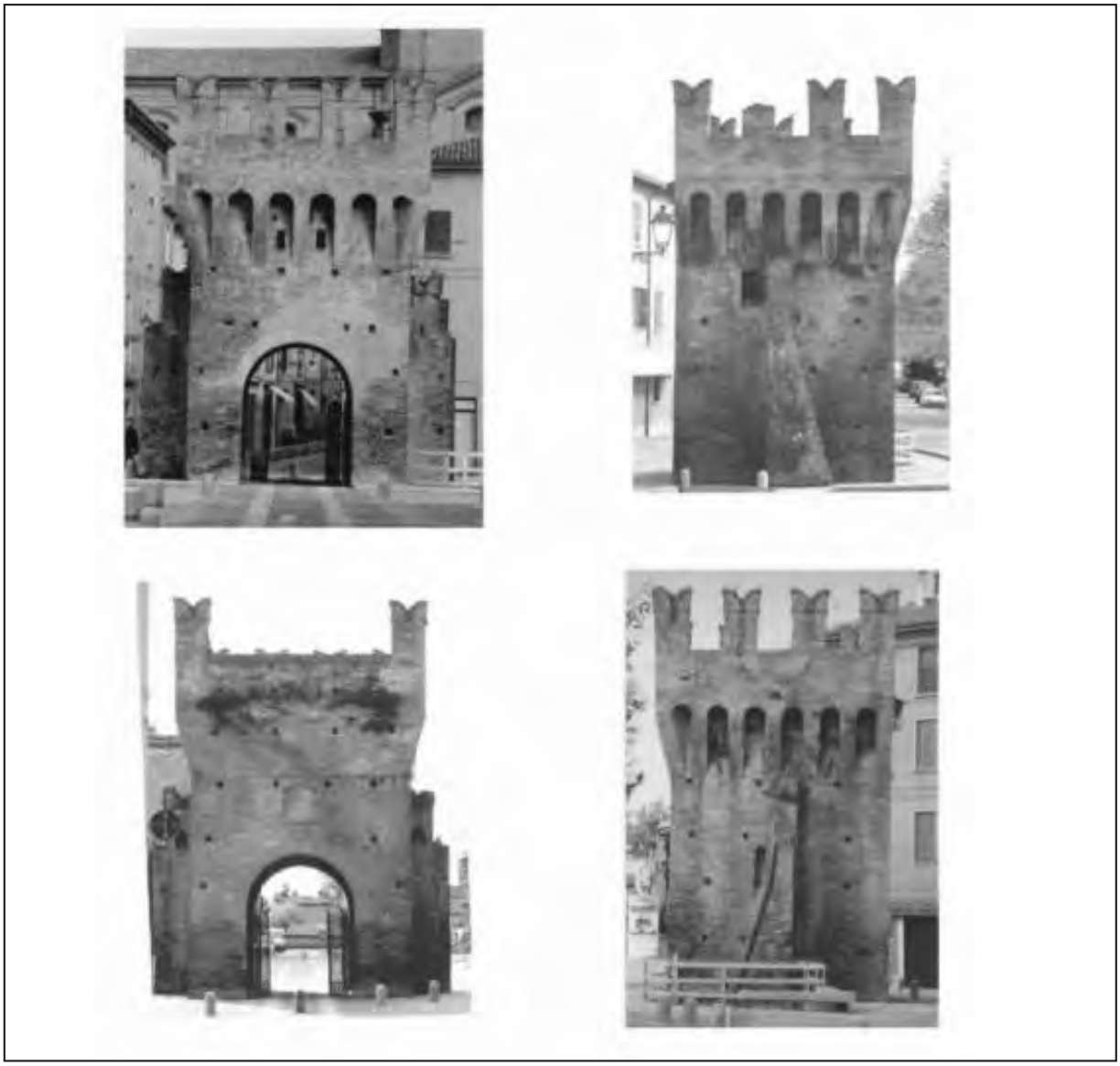


Fig. 3: Rilievo fotografico.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

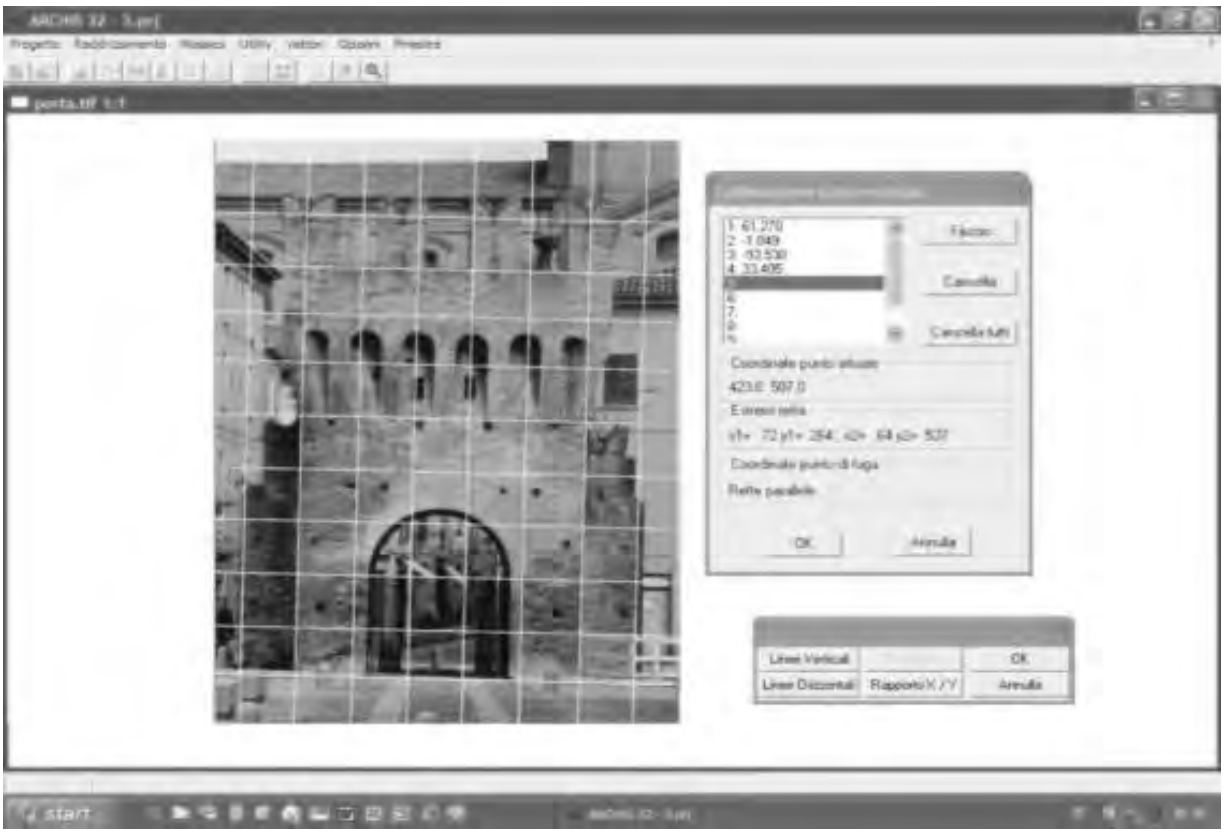


Fig. 4: Raddrizzamento del prospetto.

estrapolate del contesto, raddrizzate e successivamente scalate con idonei software *(Fig. 4)*.

In questo modo è stato possibile eseguire il rilievo digitale *(Fig. 5)* dell'edificio che ha fornito un supporto rigoroso di studio per il successivo progetto di restauro, basato su una ipotesi di ricostruzione parziale delle mura demolite all'inizio del secolo scorso (*Fig. 6)*.

La proposta nasce dalla lettura dell'attuale contesto urbano in cui è inserita la porta. Il manufatto appare isolato, quasi estraneo rispetto al contesto ed i due monconi di mura posti su i suoi lati non definiscono in modo esaustivo la funzione e l'articolazione del manufatto.

Pertanto la proposta di ricostruzione parziale di un tratto di mura, lo scavo del fossato, oggi interrato, svolge l'importante funzione di contestualizzare la porta riassegnandole visivamente la funzione difensiva posseduta in passato.

Dal punto di vista operativo l'intervento di ricostruzio-

Fig. 5: Composizione del prospetto esterno di Porta "Montanara".

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Fig. 6: Rilievo digitale dei prospetti.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

ne virtuale è stato compiuto mediante un semplice operazione di copia ed incolla della porzione di mura esistente.

La distanza tra le merlature è stata dedotta da antiche foto di archivio che documentano lo stato della porta prima della demolizione. Tale documentazione opportunamente trattata con software di fotoradrizzamento e di elaborazione dell'immagine ha permesso di dedurre le dimensioni su cui impostare la parziale ricostruzione delle mura *(Fig. 7)*.

Fig. 7: Ricostruzione virtuale delle mura poste a lati di porta "Montanara".

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.

- V. Cazzato, Topografia di Puglia - Atlante dei "Monumenti" Trigonometrici, Lecce 2001, Congedo Editore
- N Milella, "*Digital Photogrammetry in the Restoration and Historical Analysis of Monuments: some significant examples*", in atti del 1° Colloquio internazionale "La Fotogrammetria per il restauro e la storia - Tecniche analitiche e digitali, Bari 10 - 12 Novembre 1994, pp. 88 - 101, BE-MA editrice, Milano.
- N. Milella, V. Zito; "*Tecniche fotogrammetriche digitali nel restauro virtuale*", Atti della conferenza nazionale *Le immagini e le informazioni territoriali*, Parma, 30/9-3/10/1997, pagg. 495-500.
- N. Milella, N. Fiore, "*Study of structural interventions and changes affected Altamura Cathedral (XIII century) by means of digital photogrammetric techniques*" *in atti dell"INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE CONSERVATION OF MONUMENTS IN THE MEDITERRANEAN BASIN - New technologies and materials for the conservation and management of historic cities, sites and complexes*", Rodi 1997.
- N. Milella, G. Monno, A. Uva, "*Simulazione di Opere di Restauro Architettonico in Ambiente Virtuale*", in Atti della Conferenza Annuale dell' *Italian Society For Computer Simulation* , Lecce 2000.
- AA.VV "Tecniche di rilevamento nuove frontiere della tecnologia" in "Restauro" n°157, 2001 Napoli.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Capitolo 7

Sito internet Fabrica: struttura, contenuti, veste grafica

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

7. Sito internet Fabrica: struttura, contenuti, veste grafica.

S. Capotorto, A. Lerario, M. Zonno

Le attività e i risultati del progetto di ricerca sono stati raccolti, organizzati e presentati nel sito web "Fabrica" (*http://fabrica.ba.cnr.it/ita/index.php*) messo a punto dall'unità operativa afferente all'ITC-CNR sezione di Bari. Il sito è stato realizzato usando il linguaggio di programmazione php ed il software Dreamweaver MX della Macromedia.
La veste grafica è stata curata con l'ausilio di software Corel Photopaint 9; ampio spazio è stato lasciato alle immagini come mezzo comunicativo, non limitando però la disponibilità d'informazioni di tipo testuale per qualsiasi necessità di approfondimento da parte del potenziale utente del sito.
Sul piano dei contenuti, l'home page del sito è organizzata nelle sezioni: '*PROGETTO*', '*GRUPPO DI RICERCA*', '*MAPPA SITO*', '*CONTATTI*', '*LINKS*'.

a) '*PROGETTO*'

Si articola nelle sottosezioni:

'*Descrizione*': presenta una sintesi dei principi ispiratori del progetto di ricerca, in primo luogo il riconoscimento dei limiti insiti nelle metodologie classiche di rilievo e rappresentazione dell'edificio oggetto di restauro e nelle tradizionali tecnologie a supporto e quindi l'analisi delle potenzialità delle recenti metodologie basate sull'impiego delle immagini digitali.

'*Attività di ricerca*': vengono presentate - suddivise per unità operative - le differenti attività e fasi operative condotte nel corso del progetto di ricerca, con la conseguente evidenziazione di ruoli e competenze professionali.

'*Casi di studio*': offre una panoramica di immagini relative ai diversi edifici analizzati e consente di accedere attraverso link di tipo visivo a descrizioni più dettagliate dei diversi casi esaminati, ciascuno con proprie caratteristiche, peculiarità e problematiche che hanno guidato il gruppo di ricerca nella scelta delle soluzioni metodologiche più adeguate. Per ogni edificio sono disponibili notizie storiche, informazioni sulle caratteristiche architettoniche e distributive, rilievi fotogrammetrici e rilievi digitali, con informazioni dettagliate sulle fasi di esecuzione.

'*Risultati di progetto*': rappresenta una esposizione dei diversi risultati prodotti dal progetto di ricerca. In particolare:

- la voce '*Ipotesi di restauro virtuale*' racchiude un'ampia galleria di immagini illustrative delle soluzioni ipotizzate per ciascun edificio;
- '*Normativa*' presenta una bozza di normativa specifica per l'esecuzione di progetti di restauro, redatta sulla base di principi metodologici omogenei e coerenti con quelli posti a base dell'intero progetto di ricerca (pagina in allestimento);
- '*Sistema Informativo*' illustra il S.I.A., Sistema Informativo Architettonico concepito per supportare la gestione degli interventi di restauro degli edifici aventi valore storico e architettonico, a beneficio delle Soprintendenze;
- '*Sito internet*' contiene cenni sul sito Fabbrica;
- '*Pubblicazione*' offre informazioni e riferimenti relativi alla presente pubblicazione;

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

'*Strumenti*': offre indicazioni sui software e sulle attrezzature che hanno supportato le diverse fasi di lavoro, anche al fine di fornire spunti per riflessioni e osservazioni finalizzati a ulteriori perfezionamenti dell'intera metodologia.

b) '*GRUPPO DI RICERCA*' specifica i diversi ruoli e competenze all'interno delle singole unità operative afferenti al progetto;

c) '*MAPPA SITO*' visualizza i contenuti del sito stesso;

d) '*CONTATTI*' contiene i recapiti e gli indirizzi e-mail dei responsabili delle diverse fasi operative del progetto;

e) '*LINKS*' contiene collegamenti a istituzioni e esperienze aventi attinenza rilevante con il progetto presentato, ed è soggetta a continui aggiornamenti e contributi.

Completano il sito i links alla versione inglese e alla versione stampabile dei singoli documenti.
L'intera struttura e il contenuto del sito sono da intendersi - oltre che soggetti ad attività di aggiornamento e miglioramento - aperti a contributi e suggerimenti da parte degli utenti, ponendosi come fine ultimo non la semplice esposizione di un'attività conclusasi, ma principalmente l'innesco di un continuo e produttivo scambio di esperienze e idee.

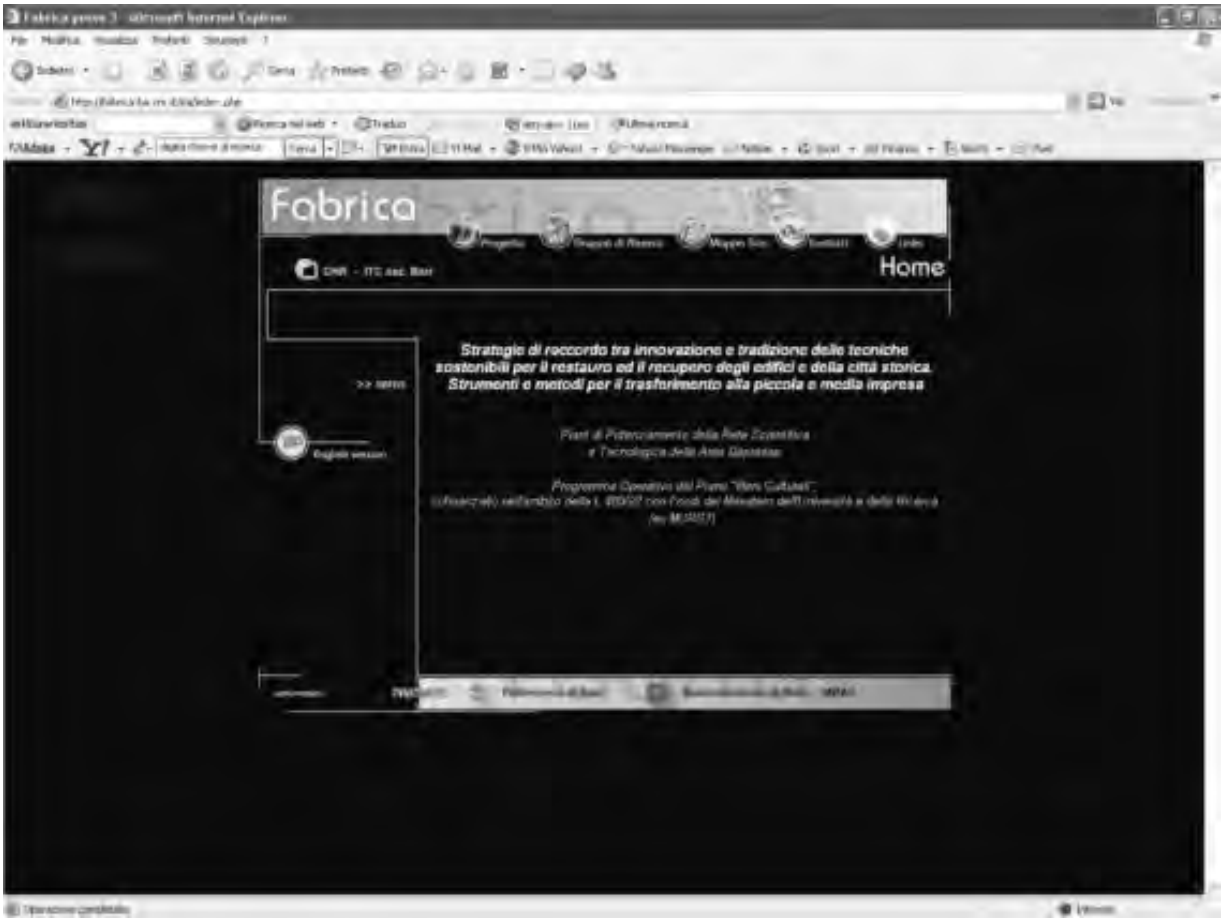

Fabrica
Home
Strategie di raccordo tra innovazione e tradizione delle tecniche sostenibili per il restauro ed il recupero degli edifici e della città storica.
Strumenti e metodi per il trasferimento alla piccola e media impresa

Fig. 1: Home page del sito "Fabbrica".

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

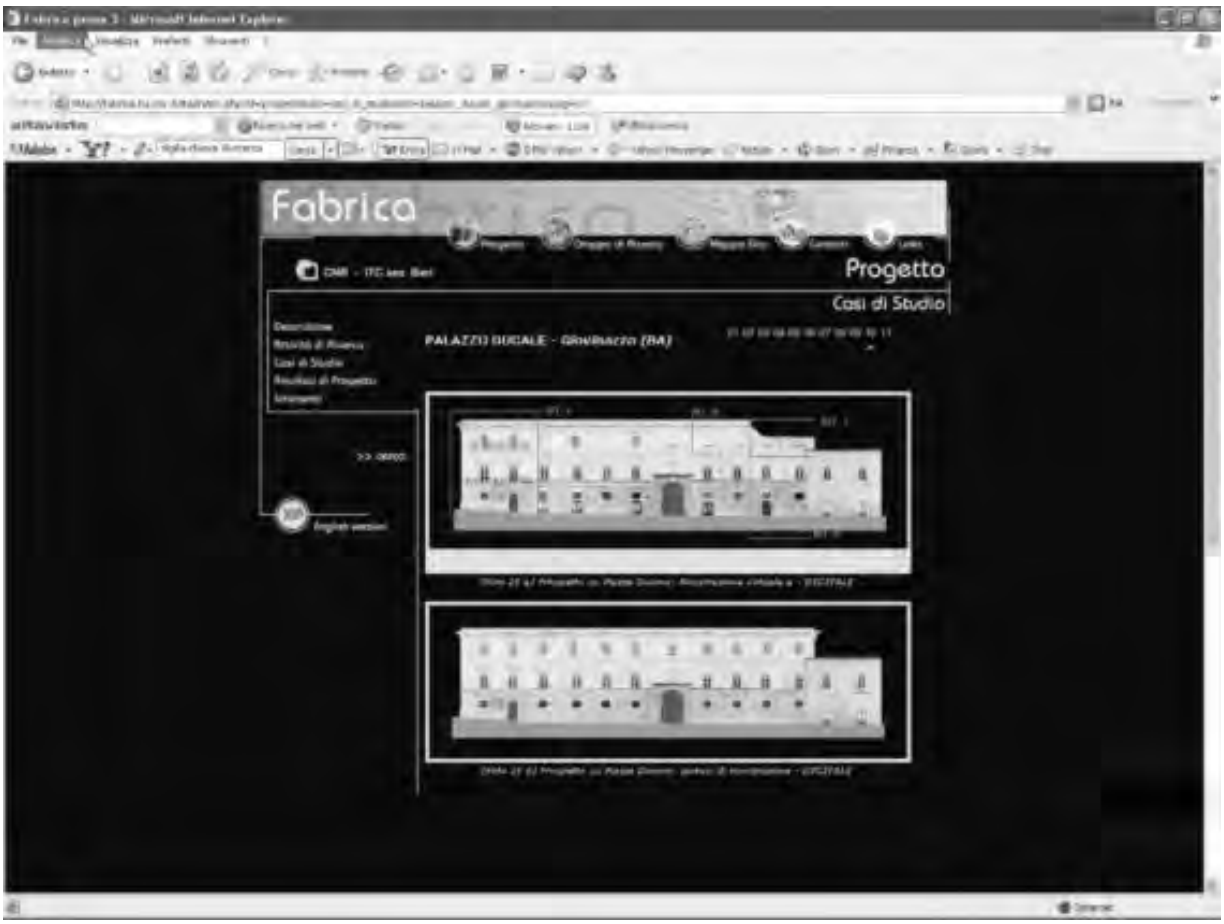


Fig. 2: Pagina di consultazione del sito riferita ad un esempio di rilievo e restauro digitale di un manufatto.

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT

Finito di stampare nel mese di luglio 2007
da Edizioni Pugliesi - Martina Franca (TA)
per conto di Mario Adda Editore - Bari

PDF compression, OCR, web optimization using a watermarked evaluation copy of CVISION PDFCompressor DT